

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**



**TESIS DOCTORAL**

**Producción y costes en el transporte aéreo : Un ensayo  
económico**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Manuel Muñiz**

DIRECTOR:

**Ángel Alcaide Inchausti**

**Madrid, 2015**

T 490

# **Producción y costes en el transporte aéreo**

**Un ensayo econométrico**

**TESIS DOCTORAL**



**Manuel Muñiz  
Madrid, 1976**

**Director de la Tesis**  
**Profesor Angel Alcaide**

## INDICE

	<u>Pág</u>
INTRODUCCION . . . . .	1
1.- LA PRODUCCION EN LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE AEREO . . . . .	7
1.1. Digresión en torno al concepto de producción . . . . .	9
1.2. Metodología de la agregación . . . . .	22
2.- FUNCIONES TECNOLOGICAS . . . . .	29
2.1. Función de tiempo de vuelo . . . . .	38
2.2. Función de consumo de combustible . . . . .	53
2.3. Función de utilización de la flota . . . . .	68
2.4. Función de utilización de las tripulaciones . . . . .	80
3.- FUNCIONES DE COSTES . . . . .	109
3.1. Costes de combustible . . . . .	113
3.2. Costes de amortización de la flota . . . . .	123
3.3. Costes de tripulaciones técnicas y auxiliares . . . . .	136
3.4. Costes de mantenimiento . . . . .	169
3.5. Costes totales . . . . .	179
3.6. Costes de pasaje y carga . . . . .	192
4.- FUNCIONES DE PRODUCCION . . . . .	203
4.1. Agregación de la producción . . . . .	205
4.2. Funciones de producción . . . . .	210
5.- CONCLUSIONES . . . . .	229



## II INDICE

	<u>Pág</u>
6.- ANEXO A : INDICES DE UTILIZACION DE LA FLOTA . . . . .	233
6.1. Indices de utilización por tipos de avión . . . . .	245
6.2. Indices de utilización por compañías . . . . .	249
7.- ANEXO B : INDICES DE ACTIVIDAD DE TRIPULACIONES . . . . .	253
7.1. Determinación de las necesidades teóricas de tripulantes	255
7.2. Indices "absolutos" y "relativos" de actividad . . . . .	268
8.- ANEXO C : GRAFICOS . . . . .	275
8.1. Tiempo de vuelo (G-2-1, ... , G-2-18) . . . . .	277
8.2. Consumo de combustible (G-2-19, ... , G-2-42) . . . . .	295
8.3. Necesidades de la flota (G-2-43, ... , G-2-68) . . . . .	319
8.4. Necesidades de tripulantes (G-2-69, ... , G-2-88) . . . .	345
8.5. Costes de combustible (G-3-1-, ... , G-3-30) . . . . .	365
8.6. Costesde amortización de flota (G-3-31, ... , G-3-60) .	395
8.7. Costes de tripulaciones (G-3-61, ... , G-3-108) . . . . .	425
8.8. Costesde mantenimiento (G-3-109, ... , G-3-138) . . . .	473
8.9. Costes totales (G-3-139, ... , G-3-144) . . . . .	503
8.10. Costes de pasaje y carga (G-3-145, ... , G-3-156) . . . .	509
8.11. Funciones de producción (G-4-1-, ... , G-4-3) . . . . .	521
8.12. Indices de utilización de la flota (G-6-1, ... , G-6-3). .	524
8.13. Indices de actividad de tripulaciones (G-7-1,...,G-7-3). .	527
8.14. Análisis de la heteroscedasticidad (G-10-1, ... , G-10-2)	530
9.- ANEXO D : CUADROS BASICOS DE INFORMACION . . . . .	533
9.1. Tiempo de vuelo y consumo de combustible . . . . .	535
9.2. Costesde combustible . . . . .	541

### III INDICE

	<u>Pág</u>
9.3. Costes de tripulaciones . . . . .	542
9.4. Costes de mantenimiento . . . . .	543
9.5. Costes totales . . . . .	545
9.6. Costes de pasaje y carga . . . . .	547
9.7. Agregación de la producción . . . . .	549
9.8. Funciones de producción . . . . .	550
9.9. Indices de utilización de la flota . . . . .	551
9.10. Determinación de las necesidades teóricas de Pilotos . .	552
9.11. Indices "absolutos" y "relativos" de actividad de los tri pulantes . . . . .	555
10.- ANEXO E : ANALISIS DE LA HETEROSCEDASTICIDAD . . . . .	569
11.- BIBLIOGRAFIA . . . . .	581



## INTRODUCCION



El objeto de la presente tesis es hacer una incursión en el campo de las funciones tecnológicas, de costes y de producción, que se verifican en las empresas de transporte aéreo, con el fin de formalizar una serie de consideraciones que puedan contribuir a un mejor conocimiento del comportamiento de aquellas.

Básicamente, dentro del campo de la Aviación Civil Comercial operan dos tipos de unidades de producción : a) los Aeropuertos; b) las Empresas de Transporte Aéreo. Se podrían considerar como un tercer grupo los Centros de Ayudas a la Navegación, cuya misión, como su propio nombre indica, es facilitar el tráfico de las aeronaves en el espacio aéreo.

Nos vamos a ceñir a las Empresas por ser el subsector más importante des de el punto de vista económico. Por otra parte, se da la circunstancia de que existe mayor información de este subsector que de cualquiera de los otros citados anteriormente.

Aunque en general, tal como afirma J. SEGURA, "a nivel microeconómico la teoría de la producción es una de las partes del análisis económico que más atención ha recibido, y esto con unos resultados excelentes, ya que hoy por hoy, es el campo de la economía en que las contrastaciones son más numerosas..."<sup>1</sup>, en el caso del transporte aéreo se discute con frecuencia el concepto de producción, pero es más bien escasa la contribución rigurosa en este campo. Posiblemente, la causa principal radique en el hecho de que los costes son fundamentalmente función de la oferta, pero una vez que un servicio ha sido ofertado carece de valor si no tiene la contrapartida de la demanda; ya que las posibilidades de almacenamiento son nulas.

Los hechos expuestos anteriormente, así como el de ser la industria aeronáutica una de las que experimenta cambios tecnológicos más profundos, configuran el conjunto de razones para el estudio planteado.

---

1.- J. SEGURA "Función de producción, macrodistribución y desarrollo". Madrid.

Aunque en el enfoque de la tesis el análisis será estático, es posible con un tratamiento similar, y una vez esté resuelto el problema de la medida de la producción, realizar estudios históricos sobre la evolución de ésta y, como consecuencia, sobre la productividad de los factores empleados en la misma y, en particular, sobre la importancia del factor residual.

El objetivo fundamental del trabajo es estimar funciones de producción, a través de una muestra de sección mixta de compañías aéreas.

Para cubrir dicho objetivo se necesita previamente definir la producción y un esquema que sirva de agregación de la misma. En este sentido y después de un conjunto de consideraciones que se desarrollarán en el primer capítulo se concluye que la producción viene definida a través de la demanda, capacidad vendida, mejor que a través de la oferta, capacidad ofrecida. En cuanto a la metodología de la agregación se acepta que los coeficientes de ponderación implícitos en cada unidad de producto son los costes mínimos óptimos, correspondientes a los mismos.

La determinación de los costes mínimos óptimos por unidad de producto requiere un estudio tecnológico de los distintos tipos de avión, con el fin de estimar las cantidades a aplicar de los distintos factores para obtener cada unidad de producto. Esta fase será desarrollada en el capítulo 2 y constituye la información previa imprescindible para la obtención de las funciones de costes por flota y unidad de producto. Para esto se aplicará un sistema de precios internacionales, los correspondientes a 1.974, a las funciones tecnológicas estimadas previamente. Dado que dichas funciones no corresponden al conjunto total de los factores de la producción, es necesario estimar las funciones de costes totales, de cada flota, es decir, las correspondientes a todos los factores, a través de las correspondientes a los factores analizados en el capítulo 2.

Una vez conocidas las funciones de costes totales por flotas, es necesario obtener las correspondientes a las producciones de pasaje y carga; esta necesidad se deriva del esquema de agregación definido para obtener la producción a ni

vel, global, la correspondiente a una empresa, a partir de la información estricta mente microeconómica, la correspondiente a cada tipo de vuelo de cada flota. Si no se hubiese definido la producción en la forma en que se ha hecho, no se requeriría una imputación de costes a las dos actividades básicas del Transporte Aéreo. Entre los criterios posibles de distribución de costes aplicables a la producción conjunta, se ha aceptado como más correcto aquel para el que resulta que, a nivel global, los costes imputables al pasaje mantienen con los correspondientes a la carga la misma proporción que la que resulta entre los ingresos totales respectivos. A partir de aquí, queda definido un esquema para calcular, en cada flota, el coste por unidad de producto en las condiciones óptimas, es decir, con un aprovechamiento del cien por cien de la capacidad ofrecida, con lo cual ya se puede seleccionar, para cada distancia, característica básica esencial diferenciadora de los distintos tipos de productos, cual es el coste mínimo correspondiente o lo que es igual la ponderación implícita que servirá para realizar la agregación de la producción.

Toda la fase correspondiente al tratamiento de las funciones de costes se desarrolla en el capítulo 4. A partir de aquí y con la forma de agregación definida previamente, se realiza esta fase así como la estimación de las funciones de producción en el capítulo 5. Para cada compañía se estiman en función del esquema aceptado, las producciones de pasaje, de carga y global, bajo dos sistemas de agregación análogos: en el primero se incluyen los costes del combustible en las ponderaciones implícitas en cada unidad de producto, en tanto que en el segundo no se incluyen. La correlación existente entre los resultados de dichos sistemas:  $r = 0,9989$ , da lugar a que ambos sean prácticamente igual de válidos, a los efectos de utilizar dichas magnitudes como indicador de la producción.

Lo expuesto anteriormente, constituye la estructura básica de la tesis; sin embargo, y por considerarlo de interés, se han incluido en los Anexos, algunos aspectos marginales que ayudan a una mejor comprensión de la utilidad de los planteamientos seguidos anteriormente. En este sentido destacan los Anexos A y B, en los cuales se obtienen, a través de las funciones tecnológicas respectivas, los índices de utilización de la flota y de las tripulaciones. Para ello es necesario



definir previamente las relaciones que existen entre un vuelo en particular y un conjunto de vuelos distintos, o lo que es lo mismo, un programa de una flota.

Por último, en el Anexo E, se analizan los problemas relativos a los modelos heteroscedásticos; este tratamiento se ha realizado debido al hecho de que por tratarse de una muestra de sección - mixta -, es frecuente que se presente dicho tipo de problema. El resto de los Anexos contienen los gráficos, cuadros de información básica y la bibliografía.

## **1.- LA PRODUCCION EN LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE AEREO**



En el primer epígrafe de este capítulo se realizan algunas consideraciones en torno al concepto de producción en el transporte aéreo, analizando los aspectos más importantes que inciden en el mismo, para concluir finalmente en la definición de unidad de producción de los dos tipos de transporte: pasaje y carga.

En el segundo epígrafe, se expone la metodología propuesta para realizar la agregación de la producción, así como la forma de obtener los índices de ésta, tanto a nivel parcial - pasaje y carga -, como a nivel total.

### 1.1.- DIGRESION EN TORNO AL CONCEPTO DE PRODUCCION

El enfoque clásico de la teoría de la producción a nivel microeconómico, define a la función de producción como aquella que permite determinar el máximo nivel a alcanzar de un determinado producto (para un nivel de conocimientos tecnológicos existentes) a partir de unas cantidades dadas de los factores.

En el caso de producción conjunta, WALTERS la define de la siguiente forma: "para una empresa que fabrica varios productos, la función de producción de termina la máxima cuantía, o cantidad, de un producto en particular como una función de las cantidades aplicadas de los factores, permaneciendo el resto de los productos constantes".<sup>1</sup>

El problema fundamental, en el caso de los transportes, radica en la defi nición de las unidades de producción. KLEIN<sup>2</sup> estudia la industria del ferrocarril en Estados Unidos como un sector regulado, y propone como unidades de pro ducción las toneladas-milla de carga transportadas y los pasajeros-milla netos.

En los países que no utilizan el sistema métrico decimal, se utilizan como unidad de distancia en los transporte la milla.

---

1.- WALTERS, A.A. "Production and Cost Functions: an Econometric Survey". Econo-  
métrica. Vol. 31. Pág. 1-66 (1.963).

2.- KLEIN, L.R. "A texbook of Econometrics" Row Peterson and Company. United  
States. (1.953)

Traducción al castellano de A. ALCAIDE. Madrid Editorial Aguilar (1.958) pág 281

En el transporte aéreo se utilizan como unidades de oferta de carga y pasaje, respectivamente, el asiento-Km y la tonelada-Km. En general, cuando se utiliza una unidad única de oferta, se acepta como tal a la tonelada-km (o a la tonelada-milla). En este sentido FERGUSON dice: "aunque ninguna medida simple de la producción es totalmente correcta, para el cálculo de los coeficientes input-output se utilizarán las toneladas-milla ofrecidas en un año."

Las razones fundamentales que alega Ferguson se derivan: a) del hecho de que los costes de producción varían fundamentalmente con la capacidad ofrecida más que con la vendida; b) la tonelada-milla constituye una unidad uniforme para todo tipo de tráfico.

En general, en las estadísticas de tráfico de las empresas, cuando se toma como unidad de oferta la tonelada-Km <sup>4</sup>, se realiza la agregación de la oferta de pasaje y de la de carga, admitiendo que cada asiento-Km es equivalente a 0,09 Tn-Km; es decir, se parte del supuesto, contrastado ampliamente con la realidad, de que cada pasajero potencial tiene un peso, incluyendo su equipaje de mano y el autorizado a facturar sin pagar tarifa especial, de 90 Kg. De forma análoga, en el caso de la demanda, la agregación de los pasajeros y de las toneladas transportadas se realiza bajo el mismo supuesto.

De lo expuesto anteriormente, sobre las definiciones de oferta global y de demanda global, se deduce que el criterio admitido a efectos de agregación, en ambos casos, es un criterio meramente físico. Efectivamente, la tonelada-Km es una magnitud con las dimensiones del trabajo, tal como se define en física, y su cuantía es la que resulta de transportar una tonelada a un Km de distancia.

---

3.- FERGUSON, A. "Commercial Air Transport in the United States". Cap. 11 en Structure of the American Economy. Ed. W. Leontief. págs. 405 - 421. Oxford (1.953).

4.- Ver Estadísticas de Tráfico de IATA (Asociación de Empresas de Transporte Aéreo Comercial Regular), o de OACI (Organización de Aviación Civil Internacional).

Los conceptos de oferta global y demanda global, tal como se utilizan tradicionalmente, significan, admitiendo en principio el criterio de agregación física, producción potencial y producción real, o lo que es lo mismo, cantidad de tráfico ofrecida al mercado y cantidad de tráfico realmente utilizado por los usuarios del transporte. Dichas magnitudes, tanto a nivel de pasaje, de mercancía, o a nivel conjunto, son susceptibles de comparar dividiendo la producción real o demanda global entre la producción potencial u oferta global, obteniendo lo que se denomina índice de aprovechamiento.<sup>5</sup>

El valor de la oferta de pasaje, expresada en asientos-Km, de una compañía, es la suma de los productos de los asientos ofrecidos (pasajeros potenciales) en cada vuelo por la distancia en Km del mismo. Análogamente la oferta agregada de carga y pasaje, expresada en Tn-Km, es la suma de los productos de las toneladas ofrecidas en cada vuelo (están incluidas en las mismas las correspondientes al pasaje) por la distancia del mismo. De forma similar se calculan los valores de la demanda de pasaje y de carga.

Para expresar formalmente las relaciones expuestas anteriormente, denominaremos por:

Número de Asientos (A) en el trayecto i :  $A_i$

Distancia en Kilómetros :  $K_i$

Toneladas ofrecidas de carga (TOC), bajo el supuesto de que se ocupan todos los asientos (A) en el trayecto i :  $TOC_i$

utilizando la terminología anterior podremos formular:

#### OFERTA

$$\text{Pasaje : AKO (Asientos-Km ofrecidos)} = \sum A_i K_i \quad (1 - 1)$$

$$\text{Carga : TKOC (Toneladas-Km ofrecidas de carga)} = \sum TOC_i K_i \quad (1 - 2)$$

$$\text{Carga y Pasaje : TKO (toneladas-Km ofrecidas)} = \sum TO_i K_i \quad (1 - 3)$$

5.- A nivel internacional se utiliza el término "LOAD FACTOR" para expresar, en porcentaje, el cociente entre los valores de la demanda y la oferta. En castellano se suele utilizar de forma incorrecta el término FACTOR DE CARGA. Nos parece más adecuado el de INDICE DE APROVECHAMIENTO.

$$\text{Pasaje : PKT (Pasajeros-Km transportados)} = \sum P_i K_i \quad (1 - 4)$$

$$\text{Carga : TKTC (Toneladas-Km transp. de carga)} = \sum TC_i K_i \quad (1 - 5)$$

$$\text{Carga y Pasaje: TKT (Tonelada-Km transp.)} = \sum T_i K_i \quad (1 - 6)$$

#### INDICES DE APROVECHAMIENTO

$$\text{Pasaje : IAP : } \frac{\text{PKT}}{\text{AKO}} \cdot 100 \quad (1 - 7)$$

$$\text{Carga : IAC : } \frac{\text{TKTC}}{\text{TKOC}} \cdot 100 \quad (1 - 8)$$

$$\text{Carga y Pasaje : IAC} = \frac{\text{TKT}}{\text{TKO}} \quad (1 - 9)$$

Las relaciones entre los valores de oferta y demanda de pasaje, carga y global son los siguientes:

$$\text{TKO} = 0,09 \cdot \text{AKO} + \text{TKOC} \quad (1 - 10)$$

$$\text{TKT} = 0,09 \cdot \text{PTK} + \text{TKTC} \quad (1 - 11)$$

Las relaciones expuestas anteriormente están planteadas para el caso general - compañías con vuelos mixtos de pasaje y carga-; en el supuesto de compañías cargueras, las relaciones anteriores son más sencillas y no plantea ninguna dificultad su formulación.

Los valores expresados en (1 - 2) y en (1 - 8) no figuran en las estadísticas de tráfico, debido a que la oferta de carga en cada vuelo, y en consecuencia a nivel global, es variable, ya que tiene prioridad el pasaje sobre la mercancía, por lo cual, en función de la demanda de pasaje, con datos de última hora, se varía la oferta de carga. Sin embargo, es claro que admitiendo dicha prioridad y dado que sí figuran en las estadísticas las ofertas de pasaje y global, se puede aceptar la expresión (1 - 2) como oferta mínima de carga, aunque ello pueda dar lugar, no es verosímil que ocurra a nivel de compañía, a que en un vuelo el índice de aprovechamiento de la carga fuese según (1 - 8) superior al 100%.

Al plantearnos el problema de la producción, en las empresas de transporte aéreo existen dos problemas a resolver; el primero de ellos radica en la alternativa que surge entre aceptar como tal valor de la producción la oferta o la

demanda y el segundo en el criterio de agregación, pudiéndose, en este caso, aceptar como válido el de sumar magnitudes homogéneas desde el punto de vista físico o sugerir un nuevo criterio.

Por lo que se refiere al primer problema, vamos a aceptar como producción el valor de la demanda. La razón fundamental para esto se deriva del hecho de que la forma de contabilizar el valor añadido, a precios constantes, en una empresa lleva implícito el considerar el beneficio como una renta más, y si se admite el supuesto de considerar producción a la oferta no se podría computar tal renta como parte del valor añadido. Efectivamente, vamos a suponer que una empresa realiza durante dos períodos consecutivos el mismo programa de vuelos, es decir, las ofertas globales son iguales, y que en el primer periodo el índice de aprovechamiento es del 100% y en el segundo del 0%; si computamos la producción a través de la oferta nos daría el mismo valor para ambos casos, en tanto que si el cálculo de la producción es a través de la demanda, los valores serán sustancialmente distintos, ya que para el primer periodo tendríamos un valor positivo y para el segundo un valor negativo.

Desde otro punto de vista se podría razonar de forma similar, ya que si contemplamos el sistema económico a nivel global, y observamos las ecuaciones fundamentales del mismo, podríamos apreciar cómo si no existe consumo final de los servicios ofrecidos por el subsector empresas de transporte aéreo, su valor no estaría incluido en el capítulo del consumo, por lo cual es necesario que el planteamiento de la medida de la producción tenga que ser a través de la cantidad demandada y no de la ofrecida.

El segundo problema - forma de agregar la producción - tiene fundamentalmente dos aspectos: el primero de ellos hace referencia a los tipos de producto y el segundo a la distancia a que tiene lugar el transporte de dichos productos. Por lo que se refiere al primer aspecto, en principio hay que separar dos tipos de productos: pasajeros y carga; dentro de éste último se incluyen la mercancía y el correo, en tanto que el exceso de equipaje se suele incluir en el capítulo de pasaje.



Dado que existen diferencias notables, en cuanto al valor intrínseco del transporte de cantidades de igual peso a las mismas distancia, según que este peso sea pasajeros o sea carga, no parece correcto realizar, tal como hacen tradicionalmente las Compañías, una agregación elemental basada en considerar los pesos como magnitudes homogéneas. Así por ejemplo, el servicio a los pasajeros que se realiza en el vuelo no tiene lugar para el caso de la mercancía; este es un aspecto, tal vez el más evidente, de la diferencia existente entre ambos tipos de transporte.

En este sentido R. STONE, al hablar de medidas de precios y de cantidades individuales, dice lo siguiente: "Hemos visto que los datos necesarios para construir números índices de precios son los mismos que se necesitan para construir los números índices de cantidades, de modo que en la explicación siguiente nos referimos de manera exclusiva a los últimos. Con objeto de comparar el producto total en dos años diferentes, debemos subdividir su valor entre los diferentes bienes y medir la variación cuantitativa de cada componente. La mayor parte de la información fácilmente disponible sobre cantidades viene expresada en unidades simples, tales como número, peso, volumen o área. Sin embargo, estas unidades simples encubren a menudo una considerable diversidad de calidades, modelos o cualesquiera otras características que afectan sensiblemente a los costes y los precios".<sup>6</sup>

En el transporte aéreo existen diferencias notables, tanto en los costes como en los precios, que tienen lugar para el pasaje y la carga, por lo cual se justifica un tratamiento de la agregación distinto del que es común a niveles de estadísticas de compañías.

El segundo aspecto a tener en cuenta en la forma de agregar los transportes de pasaje y carga, es el de la distancia. En este sentido la forma tradicional

---

6.— STONE, R & G "National Income and Expenditure" and "Social Accounting and Economic Models". Bo es and Bowes Publishers Ltd. London (1.965)

Traducción al castellano de M. Costafreda. Barcelona Ediciones Dikos - tan no tan (1.966) pág. 69 y s.s.

de agregar, tal como si se tratase de unidades de trabajo, los productos de pasaje por distancias, sería válido desde el punto de vista económico únicamente en el caso de que no existiesen costes fijos independientes de la distancia y que los costes variables fuesen lineales en función de la distancia.

Este hecho lo expresa STONE, para el caso concreto de los transportes y los servicios eléctricos, de la siguiente forma: " Productos compuestos y cargas fijas. Un buen ejemplo de este problema lo constituye el transporte de mercancías. El volúmen de tráfico se expresa normalmente en toneladas-millas, con alguna subdivisión por productos. La relación toneladas-milla se toma frecuentemente como un indicador del transporte de mercancías, pero en la realidad, los costes no son proporcionales a las toneladas-milla, puesto que las mercancías han de cargarse y descargarse, gasto éste independiente de la distancia y en algunos casos muy considerable. La relación entre el coste total por tonelada y la distancia permite desagregar la parte constante del coste de la parte que varía con la distancia. La primera debería asociarse con un indicador cuantitativo expresado en toneladas y la segunda con otro indicador expresado en toneladas-milla. Si suponemos que el coste total por tonelada equivale al coste fijo independiente de la distancia, podemos ver que si los costes fijos fueran nulos, necesitaríamos solamente un indicador expresado en toneladas-milla; cuando la tasa por milla fuera nula, de modo que el coste total fuera independiente de la distancia, tendríamos únicamente necesidad de un indicador expresado en toneladas".<sup>7</sup>

Aunque no de forma tan explícita, FERGUSON <sup>8</sup>, al hablar del "Coste Marginal Debido a Cambios Cuantitativos" se manifiesta en forma similar. Dicho autor parte de la siguiente relación axiomática:

$$X = H_h \cdot V_b \cdot W'_q \quad (1 - 12)$$

siendo:

$H_h$  = Tiempo de vuelo total entre calzos, horas de avión mensuales.

7.- STONE, R & G (1.965): Op. citada; págs. 70 y s.s.

8.- FERGUSON, A. (1.953): Op. citada; págs. 413 y s.s.

$V_b$  = Velocidad bloque, millas por hora.

$W'_q$  = Capacidad de carga de pago por avión, toneladas.

$X$  = Producción mensual, toneladas milla.

La producción, tal como la define dicho autor, puede ser incrementada aumentando la velocidad, la capacidad de pago o las horas. Los cambios de pesos y horas pueden ser tomados como cambios cuantitativos; sin embargo, un cambio en la velocidad determina el cambio de los productos básicos del transporte aéreo, ya que para que la velocidad varíe - para un tipo de avión dado -, habría de cambiarse la longitud del vuelo, en cuyo caso, se efectuará el servicio a diferentes ciudades, constituyendo en consecuencia un producto totalmente diferente.

Indudablemente este autor cae, posiblemente a propósito, en una contradicción al afirmar, sin más, que la unidad de producción es la Tn-milla - pág. 421 del artículo citado - y posteriormente admitir que es distinta una Tn-milla según cual sea la distancia - pág. 434, nota 26, del mismo artículo. Tal vez la razón fundamental de FERGUSON para aceptar como unidad de producción la Tn-milla ofrecida, sea la de simplificar, es decir, conseguir en última instancia un nivel de abstracción mayor con el fin de "modelizar".

También KLEIN<sup>9</sup> se manifiesta en un sentido similar, al considerar la distancia media del arrastre, concepto similar al de etapa media de la tonelada transportada, como una variable predeterminada adicional a incluir en el modelo propuesto en principio.

La función de producción, propuesta originalmente por este autor, es la siguiente:

$$X_{1i} = A X_{2i}^{b_1} n_i^{b_2} c_i^{b_3} d_i^{b_4} u_i \quad (1 - 13)$$

---

9.- KLEIN, L.R. (1.953): Op. citada. Pág. 285

Las variables del modelo son:

$X_1$  = Toneladas-milla de carga transportadas.

$X_2$  = Pasajeros-milla netos.<sup>10</sup>

$n$  = Horas-hombre de trabajo.

$c$  = Toneladas de combustible consumido (equivalente en carbon)

$d$  = Horas de rodaje de los trenes.<sup>11</sup>

$u$  = Perturbación aleatoria.

El estudio se lleva a cabo sobre una muestra de sección mixta<sup>12</sup> de la producción de servicios ferroviarios en Estados Unidos.

Posteriormente a la formulación expresada en (1 - 13), KLEIN incluye dos nuevas variables exógenas, la distancia media del arrastre, tal como se expuso anteriormente, y el porcentaje que de la carga total transportada representan los minerales.

---

10.- En el lenguaje ferroviario habitual en España no se habla de "pasajeros" sino de "viajeros". Aquí mantenemos el término "pasajeros" por uniformidad con el lenguaje aeronáutico y por tratarse de una referencia de una obra que así lo hace.

11.- El término horas de rodaje - funcionamiento - de los trenes tiene aquí un sentido análogo al de horas de vuelo de los aviones.

12.- Siguiendo la propuesta de Alcaide, utilizaremos la expresión "muestra de sección mixta" para el equivalente inglés "cross section", aunque sea frecuente emplear (además de la expresión inglesa) "muestra de sección transversal" y "muestra atemporal".

La inclusión de las dos nuevas variables, tiene como finalidad recoger, en la mejor medida posible y de forma sencilla , las diferencias que en la conducta individual de las empresas se aprecia como consecuencia de realizar programas de producción notablemente distintos entre sí.

Si el estudio se hubiera realizado con una muestra de valores temporales de la producción de una empresa, no hubiese sido necesario incluir las variables, distancia media del arrastre y porcentaje que de la carga total representan los minerales, ya que parece plausible pensar que dichas variables no fluctuarían apreciablemente en el tiempo, al menos a medio plazo .

Es decir, la razón fundamental para considerar dichas variables como explicativas de la producción obedece al hecho de que se trata de estimar un modelo de sección mixta de la producción.

Su argumentación la expone KLEIN de la siguiente forma: "Las líneas transcontinentales del Oeste tienen, evidentemente, una posición distinta, a este respecto, que las líneas de Nueva Inglaterra. Los arrastres son menos económicos en el empleo de muchos factores de producción. Usaremos la longitud media del arrastre,  $Z_{1i}$ , como una variable adicional en la función de producción"<sup>13</sup>

En cuanto a la justificación de la variable, porcentaje de minerales en relación a la carga total, afirma lo siguiente: "Las toneladas-milla de carga tienen un significado muy distinto para los diferentes transportes. Comparadas con los productos de otras industrias, las toneladas-milla parece que se componen de unidades más homogéneas; sin embargo, los portes de carbon tienen características operantes muy diferentes a otros tipos de transporte. Una clasificación quíntuple de manufacturas, productos agrícolas, ganado, madera y productos

---

13.- KLEIN, L.R. (1.953): Op. citada. Pág. 285

minerales sería adecuada para el trabajo experimental, pero por sencillez hemos limitado nuestra atención a la distinción entre productos minerales y los demás, ya que esta es la diferencia fundamental que afecta a la productividad." <sup>14</sup>

En nuestro caso, el planteamiento es similar al de KLEIN, en cuanto a contemplar las producciones de pasaje y carga, así como en el hecho de considerar la longitud de la etapa; sin embargo, no se establece ninguna diferencia entre los distintos tipos de carga a transportar. El nivel de información estadística existente permitiría el separar el correo de la mercancía propiamente dicha, aunque habría que realizar alguna hipótesis sobre la etapa media del correo y de la mercancía propiamente dicha, ya que a nivel de toneladas no se hace distinción entre las que son de correo y las que lo son de mercancía, en tanto que a nivel de toneladas-Km. sí se hace dicha separación.

Siguiendo con el segundo problema planteado, el criterio de agregación de la producción, existe otro aspecto, no considerado aún, que es el de la forma de realizar esta producción. Según lo expuesto hasta ahora, consideraríamos como producciones equivalentes el transporte del mismo número de unidades, por ejemplo pasajeros, a la misma distancia; sin embargo, es posible que las calidades, y en consecuencia los productos, no sean iguales, por lo cual las producciones tampoco lo serían. Aclararemos esto con un ejemplo: supongamos que una compañía transporta en dos períodos distintos y entre dos ciudades A y B, el mismo número de pasajeros P. En el primer período dichos pasajeros son transportados con un tipo de flota  $F_j$  y mediante la puesta en servicio de  $n_1$  vuelos diarios; en el segundo período los mismos pasajeros son transportados con una flota similar  $F'_j$  pero mediante un número de vuelos diarios  $n_2$ . ¿Se podría considerar que ambas producciones son iguales si existe una diferencia notable entre los valores de  $n_1$  y  $n_2$ , aunque la duración del vuelo y la comodidad del mismo fuesen análogas?

A este respecto, STONE, al hablar de variaciones estacionales, afirma lo siguiente: "Los productos de temporada proporcionan otro ejemplo de bienes similares vendidos a precios ampliamente divergentes. Durante su estación las fresas son baratas y se consumen en grandes cantidades, fuera de ella son muy caras y se consumen poquísimas, llegando incluso a desaparecer del mercado. La cuestión

---

14.- KLEIN, L.R. (1.953): Op. citada. Pág. 285.

consiste, pues, en si las fresas son siempre el mismo producto o si las fresas de invierno son un artículo distinto de las de verano. Siguiendo el principio rector de la presente sección, constituye indudablemente artículos diferentes".<sup>15</sup>

El problema de la estacionalidad, a nivel mensual, diario y horario, tiene lugar de forma permanente en el transporte aéreo, por lo cual un tratamiento adecuado del problema de la producción debería tener en cuenta este aspecto; sin embargo, la complejidad del problema y la falta de información disponible a este nivel de detalle no permiten su inclusión, máxime si se tiene en cuenta que el estudio planteado es a través de una muestra de sección mixta de compañías internacionales. Un estudio histórico de una sola empresa permitiría, probablemente, abordar dicho aspecto.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, resulta que en principio se puede aceptar que, para las dos clases de transporte considerado, pasajeros y carga, existen infinitas clases de producto. Cada producto, dentro de una clase, queda definido por la distancia. Es decir, un pasajero transportado entre dos ciudades A y B, da lugar a la misma producción que si dicho pasajero es transportado entre las ciudades C y D, siempre y cuando se verifique que la distancia entre los aeropuertos respectivos sean iguales. Análogamente resultaría para la carga.

La hipótesis aceptada de considerar a la distancia como la única variable a efectos de ponderar, obedece fundamentalmente a razones de sencillez. Efectivamente, el transporte de, por ejemplo, cien mil pasajeros entre dos ciudades separadas por una distancia de mil kilómetros, requerirá, en general, menor cantidad de factores que si dichos pasajeros son transportados entre cien pares de ciudades separadas entre ellas por la misma distancia. Este nuevo aspecto, la red de cada compañía, tiene evidentemente cierta importancia en el problema de la producción, sin embargo, la dificultad de su tratamiento aconseja el que no se considere como una variable explicativa de la producción.

---

15.- STONE, R & G. (1.965): Op. citada. Pág. 72 y s.s.

Como recapitulación de las ideas expuestas hasta ahora en torno al problema de la producción en el Transporte Aéreo, diremos lo siguiente: a) se acepta que la demanda es en principio mejor indicador de la producción que la oferta; b) no se consideran como producciones homogéneas aquellas cuya homogeneidad se deriva de un criterio meramente físico; es decir, no son agregables, a partir de los pesos físicos, los pasajeros y la mercancía; c) el criterio implícito para agregar producciones tiene un sentido económico y utiliza como variable auxiliar la distancia.

Estos aspectos se desarrollarán con cierto detalle en el epígrafe siguiente de este capítulo.



Tal como ha quedado definida la producción, y con arreglo al concepto existente de función de producción conjunta, que quedó expresado en el epígrafe anterior, resulta evidente que si una empresa tiene que alcanzar un volumen determinado de producción, su objetivo será minimizar el coste total del mismo, es decir, utilizar una combinación de factores tal que a los precios de mercado resulte óptima.

En consecuencia, si una compañía aérea desea transportar  $P$  pasajeros y  $T$  toneladas entre los puntos A y B, deberá de utilizar aquella flota para la cual el coste total de los factores empleados resulte mínimo. En la realidad del transporte, existen notables diferencias entre la capacidad ofrecida y la realmente utilizada,<sup>16</sup> por lo cual y teniendo en cuenta que para una etapa dada una flota se utiliza óptimamente si su índice de aprovechamiento global es máximo, partiremos de este supuesto a efectos de considerar la medida de la producción.

Por tanto, para cada tipo de etapa, definiremos como flota óptima aquella que bajo el supuesto de un aprovechamiento máximo, tiene unos costes medios por unidad de producto mínimos.

El coste medio mínimo obtenido nos servirá como factor de ponderación a efectos de agregar la producción.

El esquema expuesto, da lugar a que la agregación teórica de la producción obtenida para cada compañía sea un indicador de los costes óptimos en que verdaderamente incurriría dicha compañía, ya que la producción teórica está evaluada en condiciones óptimas: máximo índice de aprovechamiento y flota con costes medios

---

16.- A nivel mundial, según cifras de OACI, el índice de aprovechamiento global - pasaje y carga -, tal como lo definimos en (1 - 9) varía, en el período 1.962 - 1.972, desde el máximo valor 54,3% en 1.966 al mínimo 47,3% en 1971.

mínimos. Si para cada compañía la agregación teórica de la producción y los costes reales se hubiesen obtenido con el mismo sistema de precios, dichas magnitudes serían comparables y una empresa sería tanto más eficaz cuanto mayor fuera el cociente entre el valor teórico agregado de la producción y sus costes reales.

Si en vez de evaluar la producción a través de la capacidad vendida se hiciese a través de la ofrecida, las compañías con flotas de gran capacidad estarían en ventaja frente a las que tuviesen principalmente flotas de pequeña capacidad; sin embargo, y con arreglo al sistema expuesto, dicho hecho queda paliado, en gran medida, ya que en general y para el mismo tipo de etapa es más frecuente obtener mejores índices de aprovechamiento con las flotas de menor capacidad de pago que con las que la tienen mayor.

Para expresar formalmente lo expuesto anteriormente vamos a seguir el siguiente desarrollo:

Sean:

$$(E_1, E_2, \dots, E_m) = (E_k)$$

las empresas objeto de estudio.

$$(F_1, F_2, \dots, F_h) = (F_j)$$

los tipos de flota, existentes en el mercado.

$$(d_1, d_2, \dots, d_n) = (d_j)$$

la gama de distancias, en Km, susceptibles de volar por alguna de las flotas existentes en el mercado (es decir, las distancias comprendidas desde cero Km hasta el alcance máximo).

$(C_{11}, C_{12}, \dots, C_{hn}) = (C_{ji})$  los costes que lleva implícitos trans  
 portar un pasajero, por medio de la  
 flota j-ésima, a una distancia  $d_i$ , y  
 supuesto que el índice de aprovecha-  
 miento global es del cien por cien.

$(C_{11}^*, C_{12}^*, \dots, C_{hn}^*) = (C_{ji}^*)$  los costes que lleva implícitos el  
 transporte de una tonelada de carga,  
 por medio de la flota j-ésima, a una  
 distancia  $d_i$  y supuesto que el índice  
 de aprovechamiento global es máximo.

$(P_{11}, \dots, P_{mn}) = (P_{ki})$  el número de pasajeros transportados  
 por la compañía k-ésima a una distanci  
 a  $d_i$ .

$(P_1, \dots, P_m) = (P_k)$  el número de pasajeros transportados  
 por la compañía k-ésima.

$(T C_{11}, T C_{12}, \dots, T C_{mn}) = (T C_{ki})$  el número de toneladas de carga trans  
 portadas por la compañía k-ésima, a  
 una distancia  $d_i$ .

$(T C_1, T C_2, \dots, T C_m) = (T C_k)$  el número de toneladas de carga trans  
 portadas por la compañía k-ésima.

$(V T P P_1, V T P P_2, \dots, V T P P_m) =$  valor teórico de la producción de pa  
saje de la empresa k-ésima.  
 $= (V T P P_k)$

$(V T P C_1, V T P C_2, \dots, V T P C_m) =$  valor teórico de la producción de car  
ga de la empresa k-ésima.  
 $= (V T P C_k)$

$(V T P G_1, V T P G_2, \dots, V T P G_m) =$  valor teórico de la producción global,  
de pasaje y carga, de la compañía k-  
ésima.  
 $= (V T P G_k)$

$(P K T_1, P K T_2, \dots, P K T_m) = (P K T_k)$  pasajeros-Km transportados por la com-  
pañía k-ésima.

$(T K C T_1, T K C T_2, \dots, T C K T_m) =$  toneladas-Km de carga transportadas  
por la compañía k-ésima.  
 $= (T K C T_k)$

$(\overline{d P}_1, \overline{d P}_2, \dots, \overline{d P}_m) = (\overline{d P}_k)$  distancia media volada por los pasaje-  
ros transportados en la compañía k -  
ésima.

$(\overline{d T C}_1, \overline{d T C}_2, \dots, \overline{d T C}_m) =$  distancia media volada por las tonela-  
das transportadas de carga en la com-  
pañía k-ésima.  
 $= (\overline{d T C}_k)$

Las relaciones que podemos establecer, a partir de las definiciones ante-  
riores, son las siguientes:

$$P K T_k = \sum_{i=1}^n P_{k i} \cdot d_i \quad (1 - 14)$$

$$T C K T_k = \sum_{i=1}^n T C_{k i} \cdot d_i \quad (1 - 15)$$

$$P_k = \sum_{i=1}^n P_{k i} \quad (1 - 16)$$

$$T C_k = \sum_{i=1}^n T C_{k i} \quad (1 - 17)$$

$$\overline{d P}_k = \frac{\sum_{i=1}^n P_{k i} \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n P_{k i}} \quad (1 - 18)$$

$$\overline{dT C_k} = \frac{\sum_{i=1}^n T C_{k i} \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n T C_{k i}} \quad (1 - 19)$$

$$V T P P_k = \sum_{i=1}^n P_{k i} \cdot \min_j C_{i j} \quad (1 - 20)$$

$$V T P C_k = \sum_{i=1}^n T C_{k i} \cdot \min_j C_{i j}^* \quad (1 - 21)$$

$$V T P G_k = V T P P_k + V T P C_k \quad (1 - 22)$$

Si admitimos que la función de costes mínimos, en relación con la distancia, es de tipo lineal, y supuesto conocido el valor del coste mínimo para transportar un pasajero a mil-km, distancia tomada como base, podríamos expresar la producción de cada compañía, como un número de pasajeros transportados a dicha distancia.

Vamos a denominar por  $\bar{C}$  el coste mínimo de transportar un pasajero a mil km, y por  $P_k^*$  el número de pasajeros a transportar por la compañía k - ésima a mil Km de distancia, para que el valor teórico de la producción global se corresponda con el que resulta de la expresión (1 - 22).

Es decir:

$$P_k^* = \frac{V T P P_k + V T P C_k}{\bar{C}} \quad (1 - 23)$$

A partir de (1 - 22) o de (1 - 23) quedan definidos los índices de producción de las distintas compañías, sin más que tomar una base de referencia cualquiera. Asimismo, también se pueden definir a partir de las mismas expresiones,

las proporciones que la producción de pasaje y carga representan respecto al total de la producción global.

En el epígrafe 3 - 5, se explicará el procedimiento de imputación de costes al pasaje y a la carga, a partir de la función de costes conjuntos. Asimismo y también en dicho epígrafe, se explicará el proceso de obtención de la función de costes totales que por asiento y tonelada resultan para cada una de las flotas consideradas.





## **2.- FUNCIONES TECNOLOGICAS**





En el planteamiento teórico, expuesto en el capítulo anterior, se sugería el análisis de los tipos de flota existentes en el mercado para , mediante la determinación de las funciones de coste de cada tipo de avión, concluir en la función de costes óptimos en relación con la distancia del vuelo.

La determinación de dicha función requiere previamente un estudio tecnológico de las distintas flotas, que permita determinar las cantidades que es necesario aplicar de cada factor para obtener una unidad de producto. Posteriormente, la evaluación económica de las relaciones factor-producto, nos conducirá a las funciones de costes por flotas a partir de las cuales se podrá seleccionar para cada distancia a cual de ellas le corresponden los costes mínimos.

Las funciones tecnológicas serán estudiadas para las flotas de la compañía Iberia; éstas representan suficientemente al conjunto de las que operan en el mercado del mundo occidental. La razón de estudiar dichas flotas se deriva de la falta de información suficientemente fiable sobre otros tipos de avión de los que operan en la actualidad.

La información básica necesaria para el estudio de un avión es la siguiente:

Función de velocidad

Función de carga de pago y configuración básica: nº de asientos y capacidad en bodegas.

Función de consumo de combustible.

Función de mantenimiento.<sup>1</sup>

Tripulación técnica mínima.

Tiempo de escala.

Es claro que un estudio económico sobre aviones, tal como aquí se plantea requiere una información económica adicional: precios, sistema de amortización, etc., que se planteará en el capítulo 3, correspondiente a los costes.

---

1.- Por lo que se refiere al mantenimiento, no se dispone en nuestro caso de información sobre horas-hombre y repuestos que requiere cada componente básico del avión. Debido a ésto no se estudiará dicha función, aunque si se explica en la determinación de la función de costes correspondientes, epígrafe 3 - 4, el procedimiento que habría que seguir para estimar aquella.

En este capítulo se van a estudiar las funciones tecnológicas que explican la cantidad de factor que, para cada tipo de flota, es necesario aplicar para realizar un vuelo según la distancia que tenga el mismo.

Las flotas objeto de análisis son las siguientes: Boeing-747, DC-10/30, DC-8/63, DC-8/50, Boeing-727/200 y DC-9/30.

Estas flotas, excepto el DC-10/30, cuya puesta en servicio fué posterior, representan un alto porcentaje - el sesenta y cinco por cien - del material reactor disponible por las Compañías Aéreas Internacionales de los países miembros de OACI. El número de unidades operativas de dichas flotas, haciendo abstracción de la versión, era, según OACI<sup>2</sup>, para 1.972, el siguiente:

<u>Casa constructora</u>	<u>Tipo de avión</u>	<u>Nº de unidades en servicio a final de año 1.972</u>
BOEING	B - 747	191
DOUGLAS	DC-8/60	239
DOUGLAS	DC-8/50 <sup>3</sup>	195
BOEING	B - 727	808
DOUGLAS	DC - 9	555

De los aviones reactores, unicamente el Boeing - 707, con 478 unidades, es más importante, desde el punto de vista cuantitativo, que alguna de las flotas consideradas. Este avión fué, precisamente, el primer reactor de largo alcance que operó en vuelos comerciales, 31-1-62, en tanto que en vuelos comer

---

2.- OACI: Compendio Estadístico nº 183: "Material volante y Personal (1.972).

Pág. 37 y s.s.

3.- Se incluyen las unidades correspondientes a las versiones DC-8/30, DC-8/40 y DC-8/50: Tal como figura en el compendio de OACI citado en la nota 1 de este capítulo.

ciales de corto y medio alcance el primer reactor fué el modelo europeo Caravelle 6-R, 6-2-61.<sup>4</sup>

En el primer epígrafe de este capítulo, se va a estudiar la función que relaciona el tiempo de vuelo con la distancia ortodrómica del mismo. Esta función es básica para el estudio de las demás, ya que gran parte de la información está expresada en horas de vuelo y es necesario tener establecido previamente la relación de éstas con las distancias para, a partir de ella, poder llegar al conocimiento de las otras. Esto es especialmente importante en el caso de calcular las necesidades de tripulaciones, por ser una de las limitaciones básicas el número de horas de vuelo por piloto y año, y en el cálculo de las necesidades de flota, ya que la base de partida es una disponibilidad anual de horas por avión y año, a partir de la cual se calculan todos los parámetros.

En el segundo epígrafe se estudiará, a partir de información real, la función que relaciona el consumo de combustible para un vuelo en función de la distancia ortodrómica del mismo.

El tercero está destinado al estudio y análisis de la utilización de las flotas en una red, para concluir con la función que relaciona las necesidades de flota para un vuelo en función de la distancia.

Por último, en el cuarto epígrafe, se estudia el Convenio Colectivo de Iberia con su Personal de Vuelo, plasmando éste en un modelo matemático, cuya solución permite estimar las necesidades de tripulaciones para un vuelo o para una red de vuelos. Asimismo, se llega, al igual que en los epígrafes anteriores, a la estimación de la función que determina el número de tripulaciones necesarias para un vuelo, definido este por su distancia.

Los factores de la producción que se analizan en estos epígrafes, constituyen la base característica de la operación de una flota, únicamente el man  
4.- STRATFORD, A.H.: "Air Transport Economics in the Supersonic Era". Macmillan Press Ltd. London (1.973). Second edition.

tenimiento, por las razones expuestas anteriormente, goza también de tal propiedad, ya que el resto de los factores: administración, ventas, reservas, etc., son más bien característicos de la dimensión de la empresa y de la estructura de la red, por lo cual y a efectos de la producción, afectan a ésta, como se verá en el epígrafe 4 - 1, en menor medida que los factores analizados en este capítulo.

Antes de entrar en el estudio del epígrafe 2 - 1, vamos a reflejar en un cuadro todas aquellos datos básicos que serán necesarios para estimar las funciones tecnológicas, así como aquellos otros que ayudan a un conocimiento más preciso sobre las características propias de cada flota.

Respecto a la información que figura en el cuadro anexo - C.2.1.-, conviene hacer las siguientes puntualizaciones:

Las limitaciones del transporte de carga comienzan a distancias menores que las correspondientes al transporte de pasaje, debido al hecho de que este último tiene prioridad, salvo excepciones, sobre el primero. A partir de los puntos singulares que definen las limitaciones, se ha calculado la función lineal correspondiente que permite calcular la carga comercial total o el número de pasajeros, según la zona de que se trate, susceptible de transportar a cada distancia kilométrica.

Los tiempos de escala, característicos de cada tipo de avión, son aquellos que en media resultan para cada tipo de flota en sus programaciones comerciales respectivas. Indudablemente, no todas las escalas se programan con los mismos tiempos, sino que en la realidad varían en cierta medida, aunque siempre de forma discreta, en función de que un punto sea o no cabecera de línea y de la duración del vuelo, así como también de que sea o no la base principal de operaciones de la compañía. En general, las escalas en la base principal son de una duración mayor, porque se suelen realizar una serie de operaciones en tierra que no se producen en otros puntos de la red con la misma frecuencia (mantenimiento de línea, aprovisionamiento de aviones, relevos de tripulaciones, cambios de aviones, etc.).

CUADRO: 0-2-1

## DATOS BASICOS DE LAS FLOTAS

CONCEPTOS		FLOTAS						
DATOS DE CARGA	ALCANCES Y PESOS (MAXIMO Y MINIMO)	Distancia y TON. MAX.	B-747	DC-10/30	DC-8/63	DC-8/50	B-727	DC-9/30
COMERCIAL	$C = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i$ Carga Comercial en Lim.Func.Distanc.	Distancia y TON. MIN.	6.112	6.482	5.510	6.075	2.143	1.314
		TON. MAX.	76,57	47,50	27,30	20,66	16,47	11,60
PASAJE	$P = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i$ Pasaje en Limitac. Func. Distancia	Distancia y PAS. MIN.	9.376	9.445	8.356	8.382	3.428	1.741
		PAS. MAX.	25,83	20,88	8,28	3,87	12,42	9,00
Tiempo de Escala	$C = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i$ Carga Comercial en Lim.Func.Distanc.	$\hat{b}_0$	1,715946275 (02)	1,057351806 (02)	6,412368236 (01)	6,486203901 (01)	2,322420233 (01)	1,960093677 (01)
		$\hat{b}_1$	- 1,554656863 (-02)	- 8,984137698 (-03)	- 6,683063949 (-03)	- 7,276549632 (-03)	- 3,151750973 (-03)	- 6,088992974 (-03)
Tiempo de Rodaje ( I + V )	$P = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i$ Pasaje en Limitac. Func. Distancia	Distancia y PAS. MIN.	8.636	8.890	6.829	6.825	3.195	1.741
		PAS. MAX.	378	276	208	144	149	100
Tripulación Técnica Mfima (1)	$P = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i$ Pasaje en Limitac. Func. Distancia	Distancia y PAS. MIN.	9.376	9.445	8.356	8.382	3.428	1.741
		PAS. MAX.	287	232	92	43	138	100
Tripulación Auxiliar Típica	$C = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i$ Carga Comercial en Lim.Func.Distanc.	$\hat{b}_0$	1,439994595 (03)	- 9,807927928 (02)	7,267714473 (02)	5,867263969 (02)	2,998369099 (02)	---
		$\hat{b}_1$	- 1,229729730 (-01)	- 7,927927928 (-02)	- 7,596594630 (-02)	- 6,486833654 (-02)	- 4,721030043 (-02)	---
Tiempo de Rodaje ( I + V )	$P = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i$ Pasaje en Limitac. Func. Distancia	Distancia y PAS. MIN.	2,00	1,75	1,50	1,16	1,16	0,91
		PAS. MAX.	0,32	0,25	0,24	0,23	0,20	0,18
Tripulación Técnica Mfima (1)	$P = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i$ Pasaje en Limitac. Func. Distancia	Distancia y PAS. MIN.	3	3	3	3	3	2
		PAS. MAX.	15	10	9	7	6	4

(1) Según lo especificado en el Certificado de Aeronavegabilidad expedido por la Subsecretaría de Aviación Civil de España (3: Piloto, Copiloto y OT/MV ; 2 : Piloto y Copiloto)

FUENTE: Elaboración propia a partir de informaciones técnicas internas de la Compañía IBERIA.

El planteamiento del estudio que considera iguales dos vuelos de una flota si la distancia a volar es la misma, obliga a que no se puedan considerar los aspectos anteriormente expuestos, y que por tanto, se considere para cada tipo de avión un tiempo de escala característico, que evidentemente es función de la tecnología propia del avión y de su capacidad.

Tiempos de rodaje. Se incluyen en esta cifra la suma de tiempos desde que se quitan calzos, hasta que el avión despegue (rodaje de salida), y el que tiene lugar desde que el avión toma tierra hasta que se le ponen calzos (rodaje de llegada).

Aunque la realidad estadística nos demuestra que los tiempos medios de rodaje (salida más llegada) por vuelo, a nivel de un programa comercial, varían bastante según el tipo de avión, se demuestra que de hecho los factores que más inciden son los siguientes:

- Características de los aeropuertos de llegada y salida.
- Nivel de congestión, fundamentalmente en el aeropuerto de salida (variable según las horas).

Es decir, más que las características propias del avión, que evidentemente influyen en alguna media en el sentido de que, cuanto mayor peso tiene, más tiempo tarda en el rodaje, los tiempos de rodaje viene afectados por los puntos de origen y destino del vuelo y por el grado de congestión existente en los mismos.

Tripulación técnica típica. Se ha considerado como tal la que define el MVA (Manual de Vuelo del Avión). Aunque no en todos los países existe la misma legislación respecto a la tripulación típica, en general, ésta viene definida por la complejidad del avión y por la duración del vuelo. Las limitaciones existentes en materia de utilización de tripulaciones<sup>5</sup>, dan lugar a que algunos ti-

---

5.- Ver Artículo 101 - LIMITES DE ACTIVIDAD AEREA - del III Convenio Colectivo Sindical de "IBERIA" con el Personal de Vuelo. Madrid. (1.971).

pos de vuelo se tengan que realizar con tripulaciones reforzadas. Este hecho se deriva de una de las reglas de oro del transporte aéreo: la seguridad.<sup>6</sup>

En las flotas de largo radio de acción (DC-8, DC-10 y B-747 en nuestro caso), se utiliza frecuentemente a los Oficiales Técnicos Radio , especialmente en vuelos transatlánticos. Sin embargo, el hecho de que no formen parte de la Tripulación Mínima, definida por la Subsecretaría de Aviación Civil en los Certificados de Aeronavegabilidad, de dichas flotas, nos ha movido a no considerarlos como componentes de la tripulación típica. Sería válido considerarlos tripulación típica a nivel de líneas en particular, pero no es este nuestro caso, ya que los vuelos son distintos con la distancia y esta característica no es asociable con la línea de tráfico.

Tripulación Auxiliar típica. El número de personas que se dedican al servicio al pasajero depende, para cada tipo de flota, fundamentalmente de:

- El tipo de vuelo
- La línea en la que esté incluido ese vuelo en particular
- El número de pasajeros estimados para el vuelo

En general, la programación de un vuelo condiciona, en cierta medida, el número de auxiliares a incluir como tripulación, en el sentido de que es frecuente la existencia de distintos niveles de calidad, así como que si un vuelo en sí pertenece a un determinado nivel, el que dicho vuelo esté unido a otros de otros niveles da lugar a que su tripulación Auxiliar sea la de estos últimos, en el caso de que sea mayor, y no la que le correspondería.

Asímismo, aquí también se da el problema de las tripulaciones técnicas, en cuanto a los refuerzos en el caso de vuelos de gran duración.

---

6.- Ver artículo 44, apartado d) del CONVENIO SOBRE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL. Cuarta edición. Montreal (1.969)



El número de pasajeros estimados por vuelo condiciona el número de auxiliares a programar, en el sentido de tratar de adecuar ambos valores para que la calidad sea uniforme y la operación comercial sea más económica. Este hecho empieza a ser considerado en la actualidad por las compañías, al disponer de información suficientemente fiable, a través de las reservas, sobre los pasajeros estimados por vuelo.

En cualquier caso, y dado que en el cálculo de los costes teóricos a utilizar para la agregación, se supone un índice de aprovechamiento - relación entre cantidades demandadas y ofrecidas - del cien por cien, consideraremos, por tanto, a todos los efectos, un número de auxiliares por avión igual al cociente entre el número de plazas del mismo y veinticinco. Esta cifra resulta, en el caso de Iberia, muy ajustada a la realidad.<sup>7</sup>

## 2.1.- FUNCION DE TIEMPO DE VUELO

Vamos a formular en este epígrafe un modelo sencillo que explique el comportamiento del tiempo de vuelo de una etapa en función de la distancia ortodrómica de la misma.

Para una flota cualquiera, el tiempo de vuelo real de una etapa depende básicamente de las siguientes variables: a) regímenes de velocidad, en los tramos de ascenso, crucero y descenso; b) distancia operativa de la etapa; c) condiciones meteorológicas del vuelo, fundamentalmente la componente del viento; d) nivel de crucero.

Dado que en nuestro caso se trata de obtener un modelo sencillo, no se pueden contemplar las variables tal como inciden realmente en la duración de un vuelo en particular. Debido a esto, hemos admitido que las variables contem  
7.- Efectivamente, en el epígrafe 6-1, se verá como bajo dicho supuesto el índice "absoluto" de actividad de los Auxiliares de vuelo es prácticamente igual al que resulta para los pilotos. Este hecho no se hubiese dado si en la realidad no se dimensionasen de esta forma las plantillas.

pladas en los apartados anteriores, se comportan de la siguiente forma. Respecto al régimen de velocidad, se considera éste a nivel global para el vuelo y es en definitiva la variable implícita a estimar, ya que es equivalente, a nuestros efectos, el cálculo de velocidades medias que el de tiempos. Por lo que se refiere a la distancia operativa<sup>8</sup> no se puede contemplar ésta como tal, ya que al ser necesaria esta función para aplicarla en otros capítulos, en los cuales la información estadística toma como base distancias ortodrómicas, resultarían comparaciones heterogéneas al utilizar distintas unidades de medida.

El tercer punto, condiciones meteorológicas, queda eliminado, ya que por una parte se ha tomado, siempre que ha sido posible, un número grande de frecuencias para calcular el tiempo medio de una etapa y, por otra parte, se ha considerado como vuelo, a los efectos de la estimación, la media de los trayectos de ida y de vuelta.

De esta forma queda eliminado el efecto que la componente de viento tendría sobre la duración de un vuelo, ya que el considerar conjuntamente los trayectos en ambos sentidos resulta equivalente a que todos los vuelos tuviesen una componente de viento nula.

Por lo que se refiere a la política de regímenes de velocidad, las compañías operan, dentro de los márgenes permitidos por las características del avión, en función de los precios de los factores de producción, fundamentalmente del combustible y de la amortización del avión.

---

8.- Es la que realmente tiene que realizar el avión en vuelo, con arreglo a la trayectoria que definen las aerovías que unen los aeropuertos de salida y llegada. Dadas las regulaciones existentes sobre tráfico aéreo, especialmente en las zonas próximas a los aeropuertos, la distancia operativa es siempre mayor que la ortodrómica (arco de círculo máximo que une los dos puntos extremos de la etapa y por tanto la distancia mínima), y las diferencias relativas llegan a ser, en algunos vuelos cortos, bastante notables.

Básicamente, se puede hablar de dos tipos de operación: a) "Long range", es decir, máximo alcance que en general es equivalente a mínimo consumo de combustible; b) "Hight Speed", es decir, máxima velocidad y, por tanto, en general, máximo consumo. Entre estos dos tipos extremos de la operación de vuelo existen todo tipo de variantes, aplicables cada una de ellas a las tres fases del vuelo: ascenso, crucero y descenso. La elección del tipo de operación, independiente del tema de la seguridad que tiene prioridad total, se basa en los precios de los factores de producción. Los dos factores fundamentales que intervienen son: el combustible y el avión. Así, una subida del precio del combustible, supuesto que el resto de los factores no alteren sus precios, desplazará el punto de equilibrio hacia un tipo de operación de menor consumo y, en consecuencia, de mayor tiempo de vuelo; recíprocamente un encarecimiento del precio de los aviones, supuesto que permanezcan invariables los precios de los otros factores, traerá como consecuencia un desplazamiento del punto de equilibrio hacia formas operativas que impliquen menor tiempo de vuelo y, como consecuencia, menores costes medios de amortización, a costa de subir el consumo de combustible.

La misma observación se puede hacer respecto a los niveles de crucero, aunque en cierta medida están determinados por el control del tráfico aéreo, ya que un nivel de crucero más alto lleva implícito mayor tiempo de vuelo, aunque en vuelos de cierta entidad el ahorro de combustible compense la adopción de dicho nivel.

En este sentido WILLIAMS, al hablar de la teoría general de la Trayectoria Optima, dice lo siguiente: "la trayectoria óptima es la más eficiente desde el punto de vista económico de todas las trayectorias. Los costes a los cuales afecta la trayectoria son los de amortización de la flota y los de combustible".<sup>9</sup>

El resto de los factores no citados, influyen en menor cuantía en la filosofía de la operación. En pura ortodoxia, la filosofía de mantenimiento debía afectar, en cierta medida, a la operación de vuelo, en cuanto a formas de ope-

---

9.- WILLIAMS, J.E.D.: "The Operation of Airliners". Hutchinson and Co.(Publishers) Ltd. London. Second impression November 1.967. Pág. 280 y s.s.

rar; sin embargo, la práctica corriente de las compañías concibe, en general, las revisiones como una proporción de las horas de vuelo. Tal vez el motivo fundamental sea debido a la dificultad existente para probar cual sería la incidencia económica de distintas políticas de mantenimiento, para en función de ella y de lo que resultase con el resto de los factores de producción se llegase a la evaluación correcta de los costes y, como consecuencia de ello, al óptimo teórico de los mismos.

El modelo que proponemos, para explicar el comportamiento del tiempo de vuelo en función de la distancia, es el siguiente:

$$T V_i = b_0 + b_1 + b_1 D_i + b_2 D_i^2 + U_i \quad (2 - 1)$$

El significado de las variables del modelo es:

$T V_i$  = duración de un vuelo, medido en horas y centésimas de hora, cuya distancia es  $D_i$  kilómetros.

$D_i$  = distancia ortodrómica, medida en Km, de un vuelo

$U_i$  = perturbación aleatoria.

La razón fundamental para especificar el modelo, tal como se expresa en (2 - 1), radica fundamentalmente en el hecho de que permite a priori considerar a la trayectoria del avión como un movimiento variable, resultando a la vez la expresión más sencilla a efectos de estimación. En cualquier caso, la función compleja desconocida, que verdaderamente explicase el comportamiento del tiempo de vuelo en función de la distancia, podría ser expresada mediante un desarrollo en serie por un polinomio de grado  $h$ , siendo el error de esta aproximación tanto menor cuanto mayor fuese el grado del polinomio.

Teóricamente, es plausible pensar que en la operación de vuelo se cumplan estas dos hipótesis: I) el tiempo total de vuelo es una función creciente de la

distancia; II) el tiempo marginal<sup>10</sup> es una función decreciente de la distancia.

Formuladas en forma matemática sería:

$$\frac{d T V_i}{d D_i} = b_1 + 2 D_i b_2 > 0 \quad (2 - 2)$$

$$\frac{d^2 T V_i}{d D_i^2} = 2 b_2 < 0 \quad (2 - 3)$$

Para que se cumpla (2 - 2), supuesto que se cumple (2 - 3), es necesario que:

$$b_1 > 2 D_i b_2 \quad (2 - 4)$$

Asimismo, para que se cumpla (2 - 3) es necesario que:

$$b_2 < 0 \quad (2 - 5)$$

Veamos ahora las expresiones que definen la velocidad media ( $V M_i$ ) y la velocidad instantánea ( $V_i$ ).

$V M_i$  = velocidad media, que en Km/hora, resulta para un vuelo de distancia  $D_i$  Km.

---

10.- Utilizamos el término tiempo marginal con un sentido análogo al que en economía tienen consumo marginal y coste marginal. La hipótesis II es equivalente a formular que la velocidad en cada punto es una función creciente de la distancia.

$V_i$  = velocidad instantánea, correspondiente al instante  $T V_i$ , evidentemente no puede ser para un vuelo de distancia  $D_i$  porque, en ese caso, la velocidad instantánea sería nula.

$$V M_i = \frac{D_i}{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2} \quad (2 - 6)$$

Para obtener  $V_i$ , hay que derivar la función (2 - 1) respecto al tiempo de vuelo y deducir de aquí el valor de la velocidad:

$$\frac{d T V_i}{d T V_i} = b_1 \frac{d D_i}{d T V_i} + 2 b_2 D_i \frac{d D_i}{d T V_i}$$

teniendo en cuenta que:

$$\frac{d D_i}{d T V_i} = V_i$$

resulta la siguiente expresión para la velocidad instantánea:

$$V_i = \frac{1}{b_1 + 2 b_2 D_i} \quad (2 - 7)$$

Para realizar la estimación de la función (2 - 1) se ha tomado, para cada tipo de avión, una muestra, lo más amplia posible, de la información estadística correspondiente al ejercicio económico 1.973/74.<sup>11</sup>

En los cuadros C-2-2-, C-2-3, ..., C-2-7, figura la información estadística básica utilizada.<sup>12</sup>

11.- IBERIA. Dirección de Operación de Vuelo. C-1. Estadísticas de Tiempos. Octubre 1.974

12.- Ver Anexo D.

A título de ejemplo, se incluye a continuación el Gráfico: G - 2 - 7, en el cual figura representada la velocidad media en función de la distancia del avión Boeing - 747.

Los resultados a que da lugar la estimación mínimo-cuadrática de ( 2 - 1 ) para cada flota, figuran en los cuadros C - 2 - 8, ... , C - 2 - 13. En ellos, para simplificar la terminología, se ha utilizado para los coeficientes de determinación, tal como hace ALCAIDE,<sup>13</sup> los símbolos correspondientes a una regresión múltiple, en la cual  $Y$  es la variable endógena, en nuestro caso  $T V$ , y  $Z_1$  y  $Z_2$  las variables exógenas, en nuestro caso  $D$  y  $D^2$ . Este tipo de terminología la utilizaremos, en adelante, en todos los modelos.

Como puede observarse, las estimaciones de los diversos parámetros se están obteniendo siguiendo el método de mínimos cuadrados ordinarios. Un refinamiento econométrico, particularmente aconsejable cuando se manejan datos de sección mixta o transversal (cross-section), aconsejaría el abandono del supuesto implícito de homoscedasticidad en las perturbaciones aleatorias con el consiguiente empleo de técnicas de estimación más apropiadas al caso. Esta preocupación, latente desde el comienzo de este trabajo, se planteó como inexcusable tras un primer enfoque basado en los mínimos cuadrados ordinarios. En consecuencia, se procedió a contrastar la presencia de heteroscedasticidad y a tratar de precisar el modelo generador de la misma siguiendo básicamente el enfoque de Gleser.

A partir de estos resultados y siguiendo una técnica ya convencional inspirada en el método de los mínimos cuadrados generalizados, se obtuvieron nuevas estimaciones de los parámetros en sustitución de las iniciales. Lo más destacado de los resultados ha sido la poca importancia de las correcciones que supondría sustituir las estimaciones mínimocuadráticas ordinarias por las derivadas de este tratamiento más sofisticado. Por esta razón se ha seguido el criterio de utilizar las estimaciones iniciales a efectos de la exposición del tema principal. No obstante, el estudio de la heteroscedasticidad se ilustra para varios casos concretos en el Anexo E.

---

13.- ALCAIDE, A. "Lecciones de Econometría y Métodos Estadísticos". Madrid. 1.966.

VELOCIDAD  
KMS-HORAS

BOEING-747

VELOCIDAD MEDIA DE VUELO FUNCION DE LA DISTANCIA

1000

800

600

400

200

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

DISTANCIA  
KMS

$$\hat{V}_{M_i} = \frac{D_i}{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}$$

$$\hat{b}_0 = 2,166544191 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,183502468 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_2 = -1,087114540 \quad (-08)$$



ESTIMACION CUADRATICA DE LA FUNCION DE TIEMPO DE VUELO

CUADRO: C-2-8

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$b_0 = 2,166544191$	(-01)
$b_1 = 1,183502468$	(-03)
$b_2 = -1,087114540$	(-08)
$s^2 = 1,316034789$	(-02)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
1,130297468	(-02)	-7,936663871	(-06)
-7,936663871	(-06)	8,767821289	(-09)
1,028138994	(-09)	-1,275389714	(-12)
		1,028138994	(-09)
		-1,275389714	(-12)
		1,915310225	(-16)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 = 9,985276756$	(-01)	$r_{y2}^2 = 9,631192849$	(-01)
$r_{y1.2}^2 = 9,638013684$	(-01)	$r_{y2.1}^2 = 9,324915913$	(-02)
		$r_{12}^2 = 9,686235071$	(-01)
		$R_{y.12}^2 = 9,986649686$	(-01)

$$\hat{TV}_i = \frac{2,166544191}{\hat{TV}_i} (-01) + \frac{1,183502468}{\hat{TV}_i} (-03) + \frac{1,087114540}{\hat{TV}_i} (-08) + \frac{1,915310225}{\hat{TV}_i} (-16)$$

$$\hat{Sb}_0 = \frac{1,063154489}{\hat{Sb}_0} (-01) + \frac{9,363664501}{\hat{Sb}_0} (-05) + \frac{1,383947335}{\hat{Sb}_0} (-08) + \frac{1,915310225}{\hat{Sb}_0} (-16)$$

Tamaño de la Muestra : n = 9

CUADRO: C-2-9 ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION DE TIEMPO DE VUELO

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS		MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
$b_0 =$	1,816362953 (-01)				
$b_1 =$	1,158181929 (-03)				
$b_2 =$	-6,651731700 (-09)				
$s^2 =$	1,293244200 (-02)				

	5,604502258 (-03)	-3,793272255 (-06)	4,684647756 (-10)
	-3,793272255 (-06)	3,308402636 (-09)	-4,408363984 (-13)
	4,684647756 (-10)	-4,408363984 (-13)	6,098697278 (-17)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 = 9,982500560$ (-01)	$r_{y2}^2 = 9,58293355$ (-01)	$r_{12}^2 = 9,631622586$ (-01)	
$r_{y1.2}^2 = 9,597583650$ (-01)	$r_{y2.1}^2 = 4,092920137$ (-02)	$R_{y.12}^2 = 9,983216798$ (-01)	

$\hat{TV}_i =$	1,816362953 (-01)	+	1,158181929 (-03)	$D_i =$	6,651731700 (-09)	$D_i^2 =$	
$\hat{Sb}_0 =$	7,486322367 (-02)			$\hat{Sb}_1 =$	5,751871553 (-05)	$\hat{Sb}_2 =$	7,809415649 (-09)

Tamaño de la Muestra: n = 20

FLOTA: DC - 8/63

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION TIEMPO DE VUELO

CUADRO: C-2-10

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	2,26717720 (-01)
$\hat{b}_1 =$	1,180644656 (-03)
$\hat{b}_2 =$	-4,467817380 (-09)
$\hat{s}^2 =$	7,801410065 (-03)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
1,403156391 (-03)	-1,010448302 (-06)	1,181667942 (-10)	
-1,010448302 (-06)	9,459821671 (-10)	-1,181201937 (-13)	
1,181667942 (-10)	-1,181201937 (-13)	1,534687117 (-17)	

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 = 9,990390003$ (-01)	$r_{y2}^2 = 9,577919931$ (-01)	$r_{12}^2 = 9,610489394$ (-01)	
$r_{y1.2}^2 = 9,780951847$ (-01)	$r_{y2.1}^2 = 3,792000520$ (-02)	$R_{y.12}^2 = 9,990754414$ (-01)	

$$\hat{TV}_1 = \frac{2,26717720}{\hat{sb}_0} + \frac{1,180644656}{\hat{sb}_1} + \frac{4,467817380}{\hat{sb}_2} + \frac{D_1^2}{D_1^2}$$

Tamaño de la Muestra: n = 36

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION DE TIEMPO DE VUELO

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	2,134199540 (-01)
$\hat{b}_1 =$	1,175778150 (-03)
$\hat{b}_2 =$	-2,330610420 (-09)
$\hat{s}^2 =$	8,821239385 (-03)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
2,301710446	(-03)	-1,867192457	(-06)
-1,867192457	(-06)	1,865905790	(-09)
2,525110447	(-10)	-2,679589696	(-13)
		4,037474593	(-17)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r^2_{y1} =$	9,983040236 (-01)	$r^2_{12} =$	9,530969575 (-10)
$r^2_{y1.2} =$	9,660973847 (-01)	$R^2_{y.12} =$	9,983127535 (-01)

$$\hat{y}_i = \frac{2,134199540}{(-01)} + \frac{1,175778150}{(-03)} + \frac{2,330610420}{(-09)} + \frac{4,037474593}{(-17)}$$

$$\hat{s}^2_{b0} = \frac{4,797614455}{(-02)} \quad \hat{s}^2_{b1} = \frac{4,319613166}{(-05)} \quad \hat{s}^2_{b2} = \frac{6,354112521}{(-09)}$$

Tamaño de la Muestra : n = 29

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION DE TIEMPO DE VUELO

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0$	= 1,083849571 (-01)
$\hat{b}_1$	= 1,456033649 (-03)
$\hat{b}_2$	= - 1,269804709 (-07)
$\hat{s}^2$	= 3,216920735 (-03)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	4,867532256 (-04)	- 1,089586992 (-06)	4,908844229 (-10)
-	1,089586992 (-06)	2,986955840 (-09)	- 1,474421389 (-12)
	4,908844229 (-10)	- 1,474421389 (-12)	7,832054715 (-16)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2$	= 9,883552929 (-01)	$r_{12}^2$	= 9,292631815 (-01)
$r_{y1.2}^2$	= 9,196645697 (-01)	$R_{y.12}^2$	= 9,912580705 (-01)

$$\begin{aligned} \hat{TV}_i &= 1,083849571 (-01) + 1,456033649 (-03) D_i - 1,269804709 (-07) D_i^2 \\ \hat{sb}_0 &= 2,206248457 (-02) \quad \hat{sb}_1 = 5,465304969 (-05) \quad \hat{sb}_2 = 2,798580839 (-08) \end{aligned}$$

Tamaño de la Muestra : n = 65

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0$	= 1,231933424 (-01)
$\hat{b}_1$	= 1,416148034 (-03)
$\hat{b}_2$	= - 7,279082540 (-08)
$\hat{s}^2$	= 3,928597631 (-03)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
3,656585646	(-04)	- 8,385604434	(-07)
- 8,385604434	(-07)	2,435682015	(-09)
3,853998079	(-10)	- 1,231181116	(-12)
3,853998079	(-10)	- 1,231181116	(-12)
- 1,231181116	(-12)	6,624798030	(-16)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2$	= 9,908187001 (-01)	$r_{12}^2$	= 9,394002229 (-01)
$r_{y1.2}^2$	= 8,965562137 (-01)	$R_{y.12}^2$	= 9,915316458 (-01)

$$\hat{TV}_i = \frac{1,231933424}{(-01)} + \frac{1,416148034}{(-03)} \frac{D_i}{(-08)} \frac{D_i^2}{(-08)}$$

$$\hat{sb}_0 = \frac{1,912220083}{(-02)} \frac{\hat{sb}_1}{(-05)} \frac{\hat{sb}_2}{(-08)}$$

Tamaño de la Muestra : n = 98

Por lo que se refiere al significado de los parámetros, únicamente  $b_0$  tiene un significado evidente, en tanto que el de  $b_1$  y  $b_2$ , especialmente el de este último, es menos claro.

El parámetro  $b_0$  significa el tiempo fijo - independiente de la distancia - que lleva implícito realizar cualquier tipo de vuelo. La estimación que en particular resulta para cada flota, representa el tiempo que en media sería imputable al ascenso y al descenso, en el supuesto de que éstos se hiciesen en sentido vertical, es decir, sin que por tanto en dicho tiempo se recorriesen distancias en el sentido del vuelo. Ahora bien, como en la realidad las fases de ascenso y descenso se realizan en cierta medida en el sentido del vuelo y, por tanto, recorriendo una distancia del mismo, el tiempo real de estas fases es superior al estimado para  $b_0$  en cada flota.

El significado de  $b_1$  se puede deducir de la relación de (2 - 7), ya que la estimación de  $b_1$  representa el inverso de la velocidad instantánea, en el punto en que la distancia recorrida en el sentido del vuelo fuese nula. Teniendo en cuenta las explicaciones relativas a  $b_0$ , resulta que dicha velocidad instantánea se tiene que referir al instante en que el tiempo invertido sea  $\hat{b}_0$ , es decir, no cabe afirmar que  $\hat{b}_1$  signifique la inversa de la velocidad en el instante del despegue, sino que prácticamente resulta la inversa de la velocidad del instante en que comienza la fase de crucero.

En cuanto a  $b_2$ , también se deduce de la expresión (2 - 7), podemos afirmar que su signo determina el que la velocidad instantánea sea creciente o decreciente con la distancia, ocurriendo el primer caso cuando es negativo y el segundo cuando es positivo. Por otra parte, cuanto mayor es su valor, tanto más variable será la velocidad instantánea en relación a la distancia.

Las conclusiones que se derivan de las estimaciones realizadas son las siguientes:

- Las hipótesis (2 - 2) y (2 - 3) se cumplen para todas las flotas, ya que  $\hat{b}_2$  es, en todos los casos, negativo, y el valor que resulta para  $D_i$  en el caso en que  $\hat{b}_1 = 2 D_i \hat{b}_2$  es siempre absurdo, por ser superior al alcance máximo del avión correspondiente.
- La velocidad instantánea es una función creciente de la distancia ya que, en todos los casos,  $\hat{b}_2$  toma un valor negativo.
- La velocidad media es una función creciente de la distancia; este hecho está causado en mayor medida por el alto valor de  $\hat{b}_0$ , aunque evidentemente también le afecta el hecho de que la velocidad instantánea sea creciente.
- Aunque las estimaciones de las desviaciones típicas de  $\hat{b}_2$ , en las flotas de largo radio: B-747, DC-10, DC-8/63 y DC-8/50, dan lugar a que se pudiese aceptar la hipótesis de que dicho parámetro es nulo; hemos preferido mantener las funciones en la forma especificada originalmente por dos razones: en primer lugar, porque teóricamente resultan más lógicas aunque sean algo más complejas, y en segundo lugar porque nos parece más adecuado el que la forma sea única para todas las flotas.

Los gráficos correspondientes a las funciones estimadas: tiempo de vuelo, velocidad media y velocidad instantánea, figuran en el Anexo C, con la numeración: G-2-1, G-2-2, ... , G-2-18.

## 2.2. FUNCION DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

En este epígrafe vamos a formular un modelo sencillo que explique el consumo del combustible de un vuelo, y para cada flota, en función de la distancia ortodrómica del mismo.



Los manuales de operación de los aviones <sup>14</sup>, dan unas tablas que permiten estimar los consumos de combustible que se derivan de realizar la operación de vuelo en distintas condiciones: temperatura, peso, velocidad verdadera en la masa de aire, nivel de crucero, etc.

Las variables fundamentales que determinan el consumo de combustible de un vuelo en una ruta cualquier y por parte de una flota son las siguientes :

a) Distancia operativa de la ruta; b) Peso al despegue del avión; c) Regímenes de velocidad en las fases del vuelo - ascenso, crucero y descenso; d) Condiciones meteorológicas del vuelo, especialmente la componente de viento; e) Nivel de crucero.

Ya se explicó en el epígrafe anterior la relación existente entre el tiempo de vuelo y el consumo de combustible, ya que, a excepción del peso, el resto de las variables explicativas son las mismas. Como consecuencia de esto, las observaciones realizadas en dicho epígrafe sobre distancia operativa, regímenes de velocidad y condiciones meteorológicas son válidas a los efectos de estimar la función de consumo de combustible.

Respecto al peso al despegue, variable fundamental, tenemos que hacer las siguientes puntualizaciones. Para cada flota, y según sus características, existe un peso máximo al despegue y un peso máximo al aterrizaje; estas limitaciones, definidas en principio de una forma "standard", son variables a su vez en función de las condiciones de los aeropuertos de salida y llegada: altitud de los mismos, temperatura, longitud de pista, etc.

Por tanto, si admitimos las siguientes hipótesis:

a) Política operativa conocida - regímenes de velocidad, política de reservas del combustible, niveles de crucero, etc.

---

14.- Ver, por ejemplo, "Compendio de Planificación de Vuelo" del B-727. Dirección de Operaciones. IBERIA. Madrid. Agosto 1.973.

b) Condiciones meteorológicas neutras, en el sentido de que no afectan al consumo. Este hecho se podría aceptar admitiendo el tratamiento que en la realidad se ha hecho para estimar la función de tiempo de vuelo.

c) Condiciones "standard" de los aeropuertos de salida y llegada - altitud, temperatura, longitud de las pistas, etc.

se podría explicar el consumo en función de la distancia y del peso al despegue.

Sin embargo, la falta de información real conjunta sobre pesos y distancias, no permite estimar dicho tipo de función, por lo cual, se ha optado por especificar un modelo sencillo, análogo al del tiempo de vuelo, que explique el consumo de combustible en función de la distancia ortodrómica.

$$C C_i = b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2 + u_i \quad (2 - 8)$$

El significado de las variables del modelo es el siguiente:

$C C_i$  = Consumo de combustible, medido en libras, para un vuelo de distancia  $D_i$  kilómetros.

$D_i$  = Distancia ortodrómica, expresada en kilómetros.

$u_i$  = Perturbación aleatoria.

Vamos a admitir que teóricamente se cumplan estas hipótesis. I) El consumo total,  $C C_i$ , es una función creciente de la distancia; II) El consumo marginal, respecto a la distancia, es una función decreciente de la misma.

Expresadas en forma matemática sería:

$$\frac{d C C_i}{d D_i} = b_1 + 2 b_2 D_i > 0 \quad (2 - 9)$$

$$\frac{d^2 C C_i}{d D_i} = 2 b_2 < 0 \quad (2 - 10)$$

La expresión (2 - 9), equivalente a la formulación de la hipótesis I, representa el valor del consumo marginal en cada punto.

La relación que expresa el consumo medio por Km para una etapa  $D_i$  Km. será:

$$C C K_i = \frac{C C_i}{D_i} = \frac{b_0}{D_i} + b_1 + b_2 D_i \quad (2 - 11)$$

Veamos ahora el significado que tienen los parámetros del modelo a esti-mar.

$b_0$  = Significa el consumo fijo independiente de la distancia, es decir, es el que corresponde a las fases de rodaje - salida y llegada - y a las de ascenso y descenso, en el supuesto de que estas dos últimas no se hiciesen en el sentido del vuelo, sino en sentido vertical. Representa, por lo tanto, una estimación por defecto del valor real del consumo que se produce en las fases citadas de la operación de vuelo.

$b_1$  = Significa el valor del consumo marginal en el punto en el cual la distancia volada fuese nula, es decir, supuesto que el ascenso fuese vertical, representaría el valor del consumo por Km. en el instante en que comienza la fase de crucero.

$b_2$  = De la expresión (2 - 10) se deduce que  $b_2$  es igual a la mitad de la variación del consumo marginal respecto a la distancia. El signo de  $b_2$  nos dará la forma lineal del consumo marginal, si es positivo el consumo marginal será creciente respecto a la distancia, y si es negativo será decreciente respecto a esta variable.

A partir de los datos muestrales que figuran en los cuadros C-2-2 a C-2-7, contenidos en el Anexo D, se han realizado las estimaciones mínimo cuadráticas de la función (2 - 8), para cada una de las flotas objeto de estudio. La información básica sobre consumos de combustible se ha tomado de las Estadísticas de Consumos de Combustible de la Dirección de Operaciones de IBERIA<sup>15</sup>

En los cuadros C-2-14, ... , C-2-19, que figuran a continuación, se expresan los valores de las estimaciones realizadas. Asimismo, y a título de ejemplo, se incluye el gráfico G - 2 - 26, correspondiente al consumo de combustible por AKO para el avión DC - 10.

---

15.- IBERIA. Dirección de Operaciones. Información Operación de Vuelos. C-2.  
Estadística de Consumos. Octubre 1.974

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	1,036937207 ( 04)
$\hat{b}_1 =$	2,686944650 ( 01)
$\hat{b}_2 =$	2,038075730 (-04)
$\hat{s}_2 =$	5,131948500 ( 07)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	4,407655818 (07)	- 3,094944798 (04)	4,009283351 (00)
- 3,094944798 (04)		3,419059107 (01)	- 4,973450843 (-03)
4,009283351 (00)	- 4,973450843 (-03)		7,468855322 (-07)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,919122858 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,637846570 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	7,787280959 (-01)	$r_{y2.1}^2 =$	9,183840619 (-03)

$$\hat{TV}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 \hat{D}_i + \hat{b}_2 \hat{D}_i^2$$

$$\hat{sb}_0 = 6,639017863 (03) \quad \hat{sb}_1 = 5,847272105 (00) \quad \hat{sb}_2 = 8,642253943 (-05)$$

Tamaño de la Muestra : n = 9

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	6,521342290 (03)
$\hat{b}_1 =$	1,922434500 (01)
$\hat{b}_2 =$	1,457255100 (-04)
$\hat{s}^2 =$	6,892127200 (06)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	2,986825106 (06)	-2,021560575(03)	2,496604139 (-01)
	-2,021560575 (03)	1,763157476 (00)	-2,349363355 (-04)
	2,496604139 (-01)	-2,349363355 (-04)	3,250198021 (-08)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,972192311 (-01)	$r_{12}^2 =$	9,631622586 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,249812451 (-01)	$R_{y.12}^2 =$	9,973221505 (-01)

$$\hat{TV}_1 = \frac{6,521342290}{(03)} + \frac{1,922434500}{(01)} + \frac{1,457255100}{(-04)} + \frac{d^2}{d^2}$$

$$\hat{sb}_0 = \frac{1,728243358}{(03)} + \frac{1,327839401}{(00)} + \frac{1,802830558}{(-04)}$$

Tamaño de la Muestra : n = 20

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS		
$\hat{b}_0$	= 4,643229664	(03)
$\hat{b}_1$	= 1,647578034	(01)
$\hat{b}_2$	= -1,133145350	(-05)
$\hat{s}^2$	= 3,465123355	(06)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES					
6,232347988	(05)	-4,488070954	(02)	5,248570913	(-02)
-4,188070954	(02)	4,201734101	(-01)	-5,246501077	(-05)
5,248570913	(-02)	-5,246501077	(-05)	6,816563165	(-09)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE				
$r_{y1}^2 =$	9,979920408	(-01)	$r_{y2}^2 =$	9,587054992 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,514024069	(-01)	$r_{y2.1}^2 =$	5,706789119 (-04)
			$r_{12}^2 =$	9,610489394 (-01)
			$R_{y.12}^2 =$	9,979931867 (-01)

$$\begin{array}{rcl} \hat{TV}_i & = & \frac{4,643229664}{(03)} \\ \hat{sb}_0 & = & \frac{7,894522144}{(02)} \\ & + & \frac{1,647578034}{(01)} \\ \hat{sb}_1 & = & \frac{6,482078448}{(-01)} \\ \hat{sb}_2 & = & \frac{8,256248037}{(-05)} \\ D_i^- & = & \frac{1,133145350}{(-05)} \\ D_i^2 & = & \frac{1,133145350}{(-05)} \end{array}$$

Tamaño de la Muestra : n = 36

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0$	= 4,841586433 (03)
$\hat{b}_1$	= 1,491818074 (01)
$\hat{b}_2$	= 1,190194129 (-04)
$\hat{s}^2$	= 3,506355784 (06)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
9,149072350	(05)	-7,421906136	(02)
-7,421906136	(02)	7,416791760	(-01)
1,003706535	(-01)	-1,065110516	(-04)
		1,604856390	(-08)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2$	= 9,962242789 (-01)	$r_{12}^2$	= 9,530969575 (-01)
$r_{y1.2}^2$	= 9,202613474 (-01)	$R_{y.12}^2$	= 9,963482512 (-01)

$$\hat{TV}_i = \frac{4,841586433}{(03)} + \frac{1,491818074}{(01)} + \frac{1,190194129}{(-04)} + \frac{1,604856390}{(-08)}$$

$$\hat{sb}_0 = \frac{9,565078332}{(02)} + \frac{8,612079749}{(-01)} + \frac{1,266829266}{(-04)}$$

Tamaño de la Muestra : n = 29



ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	2,492553160 (03)
$\hat{b}_1 =$	1,469526828 (01)
$\hat{b}_2 =$	-1,420178278 (-03)
$\hat{s}^2 =$	3,381623098 (05)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
5,116743888 (04)	-1,145372499 (02)	5,160170983 (-02)	
-1,145372499 (02)	3,139884285 (-01)	-1,549099941 (-04)	
5,160170983 (-02)	-1,549099941 (-04)	8,233046231 (-08)	

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r^2_{y1} =$	9,868811533 (-01)	$r^2_{y2} =$	8,862850635 (-01)
$r^2_{y1.2} =$	9,173076543 (-01)	$r^2_{y2.1} =$	2,832178745 (-01)
		$R^2_{y.12} =$	9,905966452 (-01)

$$\hat{TV}_1 = 2,492553160 (03) + 1,469526828 (01) D_1 - 1,420178278 (-03) D_1^2$$

$$\hat{sb}_0 = 2,262022079 (02) \quad \hat{sb}_1 = 5,603467038 (-01) \quad \hat{sb}_2 = 2,869328533 (-04)$$

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0$	= 1,425051440 ( 03)
$\hat{b}_1$	= 9,848029133 ( 00)
$\hat{b}_2$	= - 8,876288050 (-04)
$\hat{s}^2$	= 1,591077071 ( 05)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
1,480912561 ( 04)	- 3,396159188 ( 01)	1,560864347 (-02)	
- 3,396159188 ( 01)	9,864481351 (-02)	- 4,986267947 (-05)	
1,560864347 (-02)	- 4,986267947 (-05)	2,683034822 (-08)	

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r^2_{y1}$	= 9,890602532 (-01)	$r^2_{12}$	= 9,394002229 (-01)
$r^2_{y1.2}$	= 9,118869545 ( 01)	$R^2_{y.12}$	= 9,916433703 (-01)

$$\hat{TV}_i = \frac{1,425051440}{(03)} + \frac{9,848029133}{(00)} - \frac{8,876288050}{(-04)} - \frac{d_i^2}{d_i^2}$$

$$\hat{sb}_0 = \frac{1,216927509}{(02)} - \frac{3,140777189}{(-01)} - \frac{1,637997198}{(-04)}$$

Tamaño de la Muestra : n = 98

DC-10-30

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 1.000 AKO EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

CONSUMO  
LIBRAS

300

250

200

150

100

50

$$CCAKO_1 = 10^3 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{D_1 \times A_1}$$

$$\hat{b}_0 = 6,521342178 \quad ( \quad 03 \quad )$$

$$\hat{b}_1 = 1,922434513 \quad ( \quad 01 \quad )$$

$$\hat{b}_2 = 1,457254932 \quad ( - \quad 04 \quad )$$

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

Las conclusiones que, en principio, se deducen de las estimaciones realizadas son las siguientes:

- Los valores obtenidos, en todas las flotas, para el coeficiente de determinación múltiple son muy altos.
- Los coeficientes de determinación parcial entre el consumo y la distancia al cuadrado son muy bajos, en especial en las flotas de largo alcance.
- Las estimaciones de  $b_2$  dan lugar, en el caso de las flotas de largo alcance, a valores que permitirían aceptar como válida la hipótesis de que  $b_2$  fuese nulo. Dicha hipótesis no podría ser aceptada como válida en el caso de las flotas de corto y medio radio de acción.
- El parámetro  $b_2$  se puede considerar negativo en las flotas de corto y medio radio y positivo en las de largo radio - excepto para el DC-8/63. Es decir, la II hipótesis, consumo marginal decreciente, formulada en (2 - 1Q), no es válida para las flotas B-747, DC-10 y DC-8/50.

Esto prueba que en los vuelos cortos y medios se nota la elección de niveles de crucero más económicos, a medida que aumenta la longitud del vuelo; la consecuencia que se deriva de este hecho es la existencia de un consumo marginal decreciente. Sin embargo, en los vuelos de larga duración, flotas de largo radio, la necesidad de cargar los depósitos en mayor medida da lugar a un consumo marginal que se puede considerar nulo o ligeramente creciente, como consecuencia del mayor peso al despegue; de esta forma queda anulado en parte el efecto de la elección de niveles de crucero más económicos. En cualquier caso, si no se hiciese esta elección, el consumo marginal sería creciente de una forma más clara, ya que sería necesario una mayor cantidad de combustible a la salida, en consecuencia mayor peso, para realizar el vuelo.

Si con las flotas de largo radio hubiésemos tomado una muestra de vuelos cortos y medios, probablemente hubiésemos llegado a estimaciones que darían lugar a consumos marginales decrecientes. El escaso número de observaciones disponibles sobre estos tipos de vuelo, y para estas flotas, no permite contrastar esta hipótesis.

- El que para unas flotas - B-747, DC-10, DC-8/63 y DC-8/50 - se pudiese considerar el modelo como lineal, no parece razón suficiente para hacerlo así; hemos preferido, por razones de homogeneidad, considerar el modelo tal como se expresó en su forma original, por resultar más adecuado para los aviones B-727 y DC-9.
- Es fácil comprobar que las estimaciones más precisas, para todas las flotas, son las que resultan para el parámetro  $b_1$  - prácticamente se puede considerar como el valor del consumo marginal - el cual resulta ser el de más significado y por tanto el que más influye, en general, en el valor del consumo total en un vuelo.

Veamos ahora los valores singulares, máximo y mínimo, que toma el consumo marginal, así como las distancias kilométricas correspondientes a dichos valores.

La expresión del consumo marginal, dada en (2 - 9), corresponde a una función lineal; expresaremos la forma de esta función por las siglas siguientes: C = creciente; C - K = creciente, aunque por ser el crecimiento prácticamente nulo lo consideraremos constante; D = decreciente; D - K = decreciente, aunque se podría considerar constante. La unidad en que está expresado el consumo marginal es libras-combustible/avión-Km.

Flota	Valor máximo (libras)	distancia (Km)	Valor mínimo (libras)	distancia (Km)	Forma de la función
B-747	28,8	9376	26,8	0	C - K
DC-10	20,6	9445	19,2	0	C - K
DC-8/63	16,5	0	16,4	8356	D - K
DC-8/50	15,9	8382	14,9	0	C - K
B-727	14,7	0	9,8	3428	D
DC-9	9,8	0	8,3	1741	D

De los valores expuestos en la tabla anterior, queda claro que el consumo marginal solo se puede considerar variable en las flotas DC-9 y B-727, especialmente para esta última. Para el resto de las flotas, resulta prácticamente un valor constante, por lo cual, significa el consumo que en media, y en condiciones de una carga media de pago, es imputable a cada Km realizado en la fase de crucero.

A partir de la estimación de la expresión (2 - 7) y de las funciones de carga de pago que figuran en el cuadro 2-1, vamos a definir las siguientes funciones:

$$C C AKO_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 \cdot D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i D_i} \quad (2 - 12)$$

$$C C TKO_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i D_i} \quad (2 - 13)$$

El significado de (2 - 12) es el siguiente: el consumo de combustible imputable a un asiento-km, en un vuelo de distancia kilométrica  $D_i$ , es igual al cociente entre el consumo total del avión, para un vuelo de dicha distancia y el producto de la distancia del vuelo por el número de pasajeros susceptibles de volar a dicha distancia.

La expresión (2 - 13), tiene un significado análogo a (2 - 12), pero contemplando las toneladas de carga de pago - pasaje más carga propiamente dicha - susceptibles de volar a dicha distancia.

Aunque en el capítulo 3 - epígrafe 3-5 - se hará la distribución de costes por funciones, separando los correspondientes a carga y pasaje, hemos preferido expresar las funciones de consumo por asiento-Km o por tonelada-Km, tal como se hace usualmente en el transporte aéreo. Esta forma será respetada en todas las funciones que relacionen la cantidad de factor con la de producto y en las respectivas funciones de coste, hasta tanto se haga en el epígrafe 3-5 la distribución de los costes.

Los gráficos, por flotas, correspondientes a la estimación de la función (2 - 8), consumo de combustible por avión en función de la distancia, así como a las que se derivan de ésta: consumo por avión-Km (2 - 11), consumo por asiento-Km (2 - 12) y consumo por tonelada-km (2 - 13), figura en el Anexo C con la numeración: G - 2 - 19. G - 2 - 20. ... , G - 2 - 42.

### 2.3. FUNCION DE UTILIZACION DE LA FLOTA

El objetivo fundamental que se trata de alcanzar en este epígrafe, es el de llegar a la estimación del número de aviones necesarios para realizar una etapa de  $D_i$  kilómetros.

En la utilización de una flota en una red influyen un número importante de variables; las más importantes son las siguientes: a) la estructura de su

red; b) la etapa media de vuelo; c) el número de unidades de la flota; d) el sistema de mantenimiento.

Antes de entrar en un análisis de las variables que afectan a la utiliza  
ción de una flota, veamos cuál es el significado de este concepto. Se entiende  
por utilización diaria de un avión el número de horas vuelo o de horas bloque,  
que en media opera dicho avión diariamente<sup>16</sup>.

Una vez definido el concepto de utilización de flota, vamos a analizar  
en que forma afectan las distintas variables a dicho concepto.

Para un avión, con unas características dadas - velocidad, tiempo de ro  
daje y tiempo de escala -, la operación en una red le afecta en el sentido de  
que cuanto más dispersa es la red, menores son las posibilidades de utilización,  
ya que la coordinación de programas comerciales se complica por cuestiones de  
cambios horarios, así como por el hecho de que los riesgos de averías y por con  
siguiente de cancelación de vuelos son mayores. Es indudable que si una flota  
opera exclusivamente entre dos puntos A y B, existirán, en general, unas condi  
ciones técnicas en dichos puntos que evitarán en gran medida las posibles cau  
sas de cancelación de vuelos; sin embargo, si se operase un número suficiente  
mente grande de puntos, dichas condiciones técnicas serían en general menos efi  
cientes.

La etapa media del vuelo, medida en tiempo bloque o en tiempo de vuelo,  
afecta notablemente a la utilización, en el sentido de cuanto mayor es la eta  
pa, mayor es la utilización susceptible de obtener. Más adelante se cuantifica

---

16.- Tiempo bloque de un vuelo es la suma del tiempo de vuelo y del correspon  
diente al rodaje - salida y llegada -. En general la utilización se calcu  
la en tiempo bloque, expresándola en unos casos a nivel diario y en otros  
a nivel anual. Cuando se habla de la utilización bloque de una flota, es  
tá implícito el hecho de referirse al avión medio de dicha flota.



r  este aspecto y se verá como el nivel de la utilización es una función del tiempo medio de la etapa, medido en tiempo de vuelo, y los tiempos de rodaje y escala.

El número de unidades de una flota afecta a la utilización por el hecho de que es necesario planificar los aviones en reserva para cumplir un programa de vuelos; asimismo, la programación del mantenimiento es más fácil de realizar cuanto mayor sea el número de unidades en la flota, evitándose el hecho posible de que una gran parte de la misma est  en revisión en los períodos de mayor tráfico. Indudablemente, una flota de pequeña dimensión, pocas unidades, tiene en la realidad notables inconvenientes para conseguir buenos niveles de utilización.

Por último, respecto al mantenimiento, éste afecta a la utilización fundamentalmente por el hecho de que según cual sea la forma de llevar a cabo - aquel, existirá una mayor o menor disponibilidad de tiempo para operar. Así, si en una compañía existen turnos contínuos de mantenimiento, al menos en los períodos en que el tráfico es más denso, la flota estará menos tiempo inmovilizada que si solo existen turnos diurnos.

El planteamiento que se va a realizar contemplará cómo se determina para un avión la utilización susceptible de obtener con el mismo en función del tiempo de la etapa.

Vamos a denominar por:

$T V_i$  = el tiempo de vuelo para una etapa de  $D_i$  kilómetros.

$T E$  = el tiempo de escala, que en media se verifica, para realizar las operaciones en tierra anejas al vuelo: carga de combustible, embarque y desembarque de pasajeros, distribución de la carga en bodegas, etc.

TR = el tiempo de rodaje que en media tiene lugar a la salida y a la llegada del vuelo.

HDD = el número de horas diarias que en media está disponible el avión para operar.

$F_i$  = el número de frecuencias que el avión puede realizar diariamente, volando etapas de una duración de  $D_i$  km, es decir de un tiempo de vuelo  $TV_i$ .

$TB_i$  = el tiempo bloque, correspondiente a un vuelo de distancia  $D_i$  Km.

$UDB_i$  = utilización diaria en tiempo bloque que en media se obtiene, realizando vuelos de  $D_i$  km de distancia.

$NAD_i$  = número de aviones necesarios para realizar en un día un vuelo de distancia  $D_i$ .

Las relaciones que se pueden establecer son las siguientes:

$$HDD^{17} = F_i (T E + T B_i) \quad (2 - 14)$$

$$UDB_i = F_i T B_i \quad (2 - 15)$$

$$NAD_i = \frac{1}{F_i} \quad (2 - 16)$$

A partir de (2 - 14), (2 - 15) y (2 - 16), que constituyen relaciones evidentes, se deduce que:

$$UDB_i = HDD \frac{T B_i}{T B_i + T E} \quad (2 - 17)$$

---

17.- Otros autores, entre ellos STRATFORD, A.(1.967): Op. citada. Pág. 87, formulan una expresión similar a (2 - 14), pero con la diferencia de considerar que el tiempo de escala imputable a un día es el correspondiente a  $F_i - 1$  vuelos; es decir, no consideran como tiempo de escala el previo al primer vuelo, ni el posterior al último vuelo.

$$N A D_i = \frac{T B_i + T E}{H D D} \quad (2 - 18)$$

Es decir, la utilización diaria de un avión - expresada en horas bloque- es función del tiempo bloque de la etapa, del tiempo de escala y de las horas en que el avión está disponible para operar. Evidentemente, la utilización para valores dados de HDD y T E, es una función creciente de la duración de la etapa.

La expresión (2 - 18), significa que el número de aviones necesarios para realizar en un día un vuelo de  $D_i$  km, es decir, de un tiempo bloque  $T B_i$ , es una función del tiempo bloque, del tiempo de escala y de las horas disponibles para operar. Dicha función es creciente con el tiempo bloque, para valores dados de HDD y T E.

Supongamos ahora que una flota tiene que realizar en un día un programa de vuelos definido de la siguiente forma:

$(D_1, D_2, \dots, D_h) = (D_i)$  = distancias kilométricas de las etapas.

$(N_1, N_2, \dots, N_h) = (N_i)$  = número de frecuencias a realizar sobre ca da tipo de etapa.

$(T B_1, T B_2, \dots, T B_h) = (T B_h)$  = el tiempo bloque correspondiente a un vue lo de cada tipo de distancia.

$\overline{T B}$  = etapa media, medida en tiempo bloque, co- rrespondiente a dicho programa de vuelos.

$N A T$  = número de aviones totales, de que se nece- sita disponer en el día, para realizar el programa de vuelos, bajo el supuesto de que cada avión está disponible un número de horas HDD.

T B T = es la suma de tiempos bloque que se deriva de realizar todo el programa de vuelos del día.

T E T = es la suma de tiempos de escala resultante de realizar el programa de vuelos del día.

$\overline{U D B}$  = utilización media diaria, en tiempo bloque, que se obtiene para el avión medio de la flota que realiza el programa de vuelos.

Las relaciones que podemos establecer son las siguientes:

$$T B T = \sum_{i=1}^h T B_i \cdot N_i \quad (2 - 19)$$

$$\overline{T B} = \frac{\sum_{i=1}^h T B_i \cdot N_i}{\sum_{i=1}^h N_i} \quad (2 - 20)$$

$$N A T = \sum_{i=1}^h N A D_i \cdot N_i \quad (2 - 21)$$

Teniendo en cuenta la definición de utilización diaria, el valor de ésta, para el avión medio y volando el programa de vuelos, será igual al número total de horas bloque, dividido entre el número de aviones necesarios para realizarlo. Por lo cual y a partir de las expresiones (2 - 18) , (2 - 19) , (2 - 20) y (2-21), se deduce lo siguiente:

$$N A T = \frac{1}{H D D} \sum_{i=1}^h (T B_i + T E) N_i = \frac{1}{H D D} (T B T + T E T) \quad (2 - 22)$$

$$\overline{U D B} = \frac{T B T}{N A T} = \frac{T B T}{\frac{1}{H D D} (T B T + T E T)} = H D D \frac{\overline{T B}}{\overline{T B} + T E} \quad (2 - 23)$$

Las expresiones (2 - 22) y (2 - 23) son muy importantes, ya que determinan, respectivamente, el número de aviones necesarios y la utilización, ambos conceptos a nivel diario, a que da lugar un programa de vuelos de una flota en función del tiempo bloque medio, del tiempo de escala y de las frecuencias, así como del número de horas disponibles para operar de un avión. El número total de frecuencias está implícito, en la expresión (2 - 22) o (2 - 23), según que lo que se conozca sea el tiempo bloque medio o el tiempo bloque total.

Si en lugar de valores a nivel diario quisiéramos obtener valores a nivel anual, bastaría con sustituir en las expresiones anteriores, el valor de H D D por H A D-horas anuales que, en media, está disponible un avión para operar; es igual al producto del número de días del año por H D D -, para obtener la utilización horaria a nivel anual o el número de aviones que en media se necesitan en el año para realizar un programa de vuelos.

Vamos a probar que la utilización conjunta - o media - de la red,  $\overline{U D B}$ , es una media aritmética de las utilidades susceptibles de obtener en cada tipo de vuelo,  $U D B_i$ , ponderadas éstas con el número de aviones  $N A D_i \times N_i$ , necesarios para realizar los  $N_i$  número de vuelos correspondientes a cada etapa.

Efectivamente, sustituyendo en (2 - 23) los valores que se deducen de (2 - 19), (2 - 15) y (2 - 16), resulta que:

$$\begin{aligned} \overline{U D B} &= \frac{T B T}{N A T} = \frac{\sum_{i=1}^h T B_i \times N_i}{\sum_{i=1}^h N A D_i \times N_i} = \frac{\sum_{i=1}^h \frac{U D B_i}{F_i} \times N_i}{\sum_{i=1}^h N A D_i \times N_i} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^h U D B_i \times N A D_i \times N_i}{\sum_{i=1}^h N A D_i \times N_i} \end{aligned} \quad (2 - 24)$$

De forma análoga a como se han obtenido los valores de la utilización y del número de aviones necesarios para realizar un programa, definido por el número de frecuencias y por el tiempo bloque medio - que supone conocidos los valores de HDD y T E - se puede formular la utilización diaria media, expresada en tiempo de vuelo y las necesidades de flota para un programa definido por las frecuencias y el tiempo de vuelo medio; se suponen también conocidos los valores de HDD, T E y T R.

Dichas expresiones serían las siguientes:

$$N A T = \frac{1}{H D D} (T V T + T R T + T E T) \quad (2 - 25)$$

$$\overline{U D V} = H D D \frac{\overline{T V}}{\overline{T V} + T E + T R} \quad (2 - 26)$$

Asimismo, se probaría, de forma análoga a como se llegó a (2 - 24), que la utilización media, expresada en tiempo de vuelo, es una media aritmética de las utilidades, en tiempo de vuelo, susceptibles de obtener en cada tipo de etapa, ponderadas con el número de aviones necesarios para realizar el número de vuelos de cada tipo.

Si en la expresión (2 - 17), se sustituyese el valor del  $T B_i$  por la suma del tiempo de rodaje y el tiempo de vuelo correspondiente, expresado este último a través de (2 - 1) como una función de la distancia, llegaríamos a determinar el valor de la utilización diaria en tiempo bloque como una función de la distancia ortodrómica del vuelo. La utilización en tiempo de vuelo sería, para cada punto, igual al valor de la utilización en tiempo bloque menos el valor correspondiente al tiempo de rodaje.

Para que se aprecie claramente la forma de las funciones (2 - 17) y (2 - 18), vamos a representar en los gráficos G-2-43 y G-2-44, una familia de funciones obtenidas al dar valores a T E. Aunque este valor lo consideramos fijo, el que resulta en media en la realidad, en todos los análisis posteriores.

Vamos a suponer que, excepcionalmente, es variable para que se aprecie como afecta a la utilización y a las necesidades de la flota. Evidentemente, dentro de ciertos márgenes, el tiempo de escala es variable, y de hecho las Compañías tienen tiempos distintos, aunque similares, para la misma flota.

Por ejemplo, para la flota DC-9, la aplicación de la expresión (2 - 25) para tiempos de escala variables  $T E_1 = 0,82$  horas y  $T E_3 = 1,00$  horas, da lugar, para una etapa en tiempo bloque de 1 hora, a que las necesidades de flota sean un 4,7% inferiores o superiores respectivamente a las correspondientes a un tiempo de escala real  $T E_2 = 0,91$  horas; es decir para este tipo de flota una variación del orden del 10% en el tiempo de escala da lugar a que las necesidades varíen en el 4,7%. Para etapas de 1,50 horas bloque y de 2 horas bloque, las mismas variaciones del tiempo de escala  $- \pm 0,09$  horas - da lugar a que las necesidades de flota varíen en un 3,7% y un 3,1% respectivamente. Resulta evidente que cuanto menor sea el tipo de etapa en mayor medida varían las necesidades de flota, como consecuencia de variar los tiempos de escala.



00-9-30

UTILIZACION DIARIA EN FUNCION DE LA ETAPA  
CAMBAS VARIABLES EXPRESADAS EN H. BLOQUE

UTILIZACION  
H.BLOQUE

0.1  
0.2  
0.3  
0.4  
0.5  
0.6  
0.7  
0.8  
0.9  
1.0  
1.1  
1.2  
1.3  
1.4  
1.5  
1.6  
1.7  
1.8  
1.9  
2.0  
2.1  
2.2  
2.3  
2.4  
2.5  
2.6  
2.7  
2.8  
2.9  
3.0  
3.1  
3.2  
3.3  
3.4  
3.5  
3.6  
3.7  
3.8  
3.9  
4.0  
4.1  
4.2  
4.3  
4.4  
4.5  
4.6  
4.7  
4.8  
4.9  
5.0  
5.1  
5.2  
5.3  
5.4  
5.5  
5.6  
5.7  
5.8  
5.9  
6.0  
6.1  
6.2  
6.3  
6.4  
6.5  
6.6  
6.7  
6.8  
6.9  
7.0  
7.1  
7.2  
7.3  
7.4  
7.5  
7.6  
7.7  
7.8  
7.9  
8.0  
8.1  
8.2  
8.3  
8.4  
8.5  
8.6  
8.7  
8.8  
8.9  
9.0  
9.1  
9.2  
9.3  
9.4  
9.5  
9.6  
9.7  
9.8  
9.9  
10.0  
10.1  
10.2  
10.3  
10.4  
10.5  
10.6  
10.7  
10.8  
10.9  
11.0  
11.1  
11.2  
11.3  
11.4  
11.5  
11.6  
11.7  
11.8  
11.9  
12.0  
12.1  
12.2  
12.3  
12.4  
12.5  
12.6  
12.7  
12.8  
12.9  
13.0  
13.1  
13.2  
13.3  
13.4  
13.5  
13.6  
13.7  
13.8  
13.9  
14.0  
14.1  
14.2  
14.3  
14.4  
14.5  
14.6  
14.7  
14.8  
14.9  
15.0  
15.1  
15.2  
15.3  
15.4  
15.5  
15.6  
15.7  
15.8  
15.9  
16.0  
16.1  
16.2  
16.3  
16.4  
16.5  
16.6  
16.7  
16.8  
16.9  
17.0  
17.1  
17.2  
17.3  
17.4  
17.5  
17.6  
17.7  
17.8  
17.9  
18.0  
18.1  
18.2  
18.3  
18.4  
18.5  
18.6  
18.7  
18.8  
18.9  
19.0  
19.1  
19.2  
19.3  
19.4  
19.5  
19.6  
19.7  
19.8  
19.9  
20.0  
20.1  
20.2  
20.3  
20.4  
20.5  
20.6  
20.7  
20.8  
20.9  
21.0  
21.1  
21.2  
21.3  
21.4  
21.5  
21.6  
21.7  
21.8  
21.9  
22.0  
22.1  
22.2  
22.3  
22.4  
22.5  
22.6  
22.7  
22.8  
22.9  
23.0  
23.1  
23.2  
23.3  
23.4  
23.5  
23.6  
23.7  
23.8  
23.9  
24.0  
24.1  
24.2  
24.3  
24.4  
24.5  
24.6  
24.7  
24.8  
24.9  
25.0  
25.1  
25.2  
25.3  
25.4  
25.5  
25.6  
25.7  
25.8  
25.9  
26.0  
26.1  
26.2  
26.3  
26.4  
26.5  
26.6  
26.7  
26.8  
26.9  
27.0  
27.1  
27.2  
27.3  
27.4  
27.5  
27.6  
27.7  
27.8  
27.9  
28.0  
28.1  
28.2  
28.3  
28.4  
28.5  
28.6  
28.7  
28.8  
28.9  
29.0  
29.1  
29.2  
29.3  
29.4  
29.5  
29.6  
29.7  
29.8  
29.9  
30.0  
30.1  
30.2  
30.3  
30.4  
30.5  
30.6  
30.7  
30.8  
30.9  
31.0  
31.1  
31.2  
31.3  
31.4  
31.5  
31.6  
31.7  
31.8  
31.9  
32.0  
32.1  
32.2  
32.3  
32.4  
32.5  
32.6  
32.7  
32.8  
32.9  
33.0  
33.1  
33.2  
33.3  
33.4  
33.5  
33.6  
33.7  
33.8  
33.9  
34.0  
34.1  
34.2  
34.3  
34.4  
34.5  
34.6  
34.7  
34.8  
34.9  
35.0  
35.1  
35.2  
35.3  
35.4  
35.5  
35.6  
35.7  
35.8  
35.9  
36.0  
36.1  
36.2  
36.3  
36.4  
36.5  
36.6  
36.7  
36.8  
36.9  
37.0  
37.1  
37.2  
37.3  
37.4  
37.5  
37.6  
37.7  
37.8  
37.9  
38.0  
38.1  
38.2  
38.3  
38.4  
38.5  
38.6  
38.7  
38.8  
38.9  
39.0  
39.1  
39.2  
39.3  
39.4  
39.5  
39.6  
39.7  
39.8  
39.9  
40.0  
40.1  
40.2  
40.3  
40.4  
40.5  
40.6  
40.7  
40.8  
40.9  
41.0  
41.1  
41.2  
41.3  
41.4  
41.5  
41.6  
41.7  
41.8  
41.9  
42.0  
42.1  
42.2  
42.3  
42.4  
42.5  
42.6  
42.7  
42.8  
42.9  
43.0  
43.1  
43.2  
43.3  
43.4  
43.5  
43.6  
43.7  
43.8  
43.9  
44.0  
44.1  
44.2  
44.3  
44.4  
44.5  
44.6  
44.7  
44.8  
44.9  
45.0  
45.1  
45.2  
45.3  
45.4  
45.5  
45.6  
45.7  
45.8  
45.9  
46.0  
46.1  
46.2  
46.3  
46.4  
46.5  
46.6  
46.7  
46.8  
46.9  
47.0  
47.1  
47.2  
47.3  
47.4  
47.5  
47.6  
47.7  
47.8  
47.9  
48.0  
48.1  
48.2  
48.3  
48.4  
48.5  
48.6  
48.7  
48.8  
48.9  
49.0  
49.1  
49.2  
49.3  
49.4  
49.5  
49.6  
49.7  
49.8  
49.9  
50.0  
50.1  
50.2  
50.3  
50.4  
50.5  
50.6  
50.7  
50.8  
50.9  
51.0  
51.1  
51.2  
51.3  
51.4  
51.5  
51.6  
51.7  
51.8  
51.9  
52.0  
52.1  
52.2  
52.3  
52.4  
52.5  
52.6  
52.7  
52.8  
52.9  
53.0  
53.1  
53.2  
53.3  
53.4  
53.5  
53.6  
53.7  
53.8  
53.9  
54.0  
54.1  
54.2  
54.3  
54.4  
54.5  
54.6  
54.7  
54.8  
54.9  
55.0  
55.1  
55.2  
55.3  
55.4  
55.5  
55.6  
55.7  
55.8  
55.9  
56.0  
56.1  
56.2  
56.3  
56.4  
56.5  
56.6  
56.7  
56.8  
56.9  
57.0  
57.1  
57.2  
57.3  
57.4  
57.5  
57.6  
57.7  
57.8  
57.9  
58.0  
58.1  
58.2  
58.3  
58.4  
58.5  
58.6  
58.7  
58.8  
58.9  
59.0  
59.1  
59.2  
59.3  
59.4  
59.5  
59.6  
59.7  
59.8  
59.9  
60.0  
60.1  
60.2  
60.3  
60.4  
60.5  
60.6  
60.7  
60.8  
60.9  
61.0  
61.1  
61.2  
61.3  
61.4  
61.5  
61.6  
61.7  
61.8  
61.9  
62.0  
62.1  
62.2  
62.3  
62.4  
62.5  
62.6  
62.7  
62.8  
62.9  
63.0  
63.1  
63.2  
63.3  
63.4  
63.5  
63.6  
63.7  
63.8  
63.9  
64.0  
64.1  
64.2  
64.3  
64.4  
64.5  
64.6  
64.7  
64.8  
64.9  
65.0  
65.1  
65.2  
65.3  
65.4  
65.5  
65.6  
65.7  
65.8  
65.9  
66.0  
66.1  
66.2  
66.3  
66.4  
66.5  
66.6  
66.7  
66.8  
66.9  
67.0  
67.1  
67.2  
67.3  
67.4  
67.5  
67.6  
67.7  
67.8  
67.9  
68.0  
68.1  
68.2  
68.3  
68.4  
68.5  
68.6  
68.7  
68.8  
68.9  
69.0  
69.1  
69.2  
69.3  
69.4  
69.5  
69.6  
69.7  
69.8  
69.9  
70.0  
70.1  
70.2  
70.3  
70.4  
70.5  
70.6  
70.7  
70.8  
70.9  
71.0  
71.1  
71.2  
71.3  
71.4  
71.5  
71.6  
71.7  
71.8  
71.9  
72.0  
72.1  
72.2  
72.3  
72.4  
72.5  
72.6  
72.7  
72.8  
72.9  
73.0  
73.1  
73.2  
73.3  
73.4  
73.5  
73.6  
73.7  
73.8  
73.9  
74.0  
74.1  
74.2  
74.3  
74.4  
74.5  
74.6  
74.7  
74.8  
74.9  
75.0  
75.1  
75.2  
75.3  
75.4  
75.5  
75.6  
75.7  
75.8  
75.9  
76.0  
76.1  
76.2  
76.3  
76.4  
76.5  
76.6  
76.7  
76.8  
76.9  
77.0  
77.1  
77.2  
77.3  
77.4  
77.5  
77.6  
77.7  
77.8  
77.9  
78.0  
78.1  
78.2  
78.3  
78.4  
78.5  
78.6  
78.7  
78.8  
78.9  
79.0  
79.1  
79.2  
79.3  
79.4  
79.5  
79.6  
79.7  
79.8  
79.9  
80.0  
80.1  
80.2  
80.3  
80.4  
80.5  
80.6  
80.7  
80.8  
80.9  
81.0  
81.1  
81.2  
81.3  
81.4  
81.5  
81.6  
81.7  
81.8  
81.9  
82.0  
82.1  
82.2  
82.3  
82.4  
82.5  
82.6  
82.7  
82.8  
82.9  
83.0  
83.1  
83.2  
83.3  
83.4  
83.5  
83.6  
83.7  
83.8  
83.9  
84.0  
84.1  
84.2  
84.3  
84.4  
84.5  
84.6  
84.7  
84.8  
84.9  
85.0  
85.1  
85.2  
85.3  
85.4  
85.5  
85.6  
85.7  
85.8  
85.9  
86.0  
86.1  
86.2  
86.3  
86.4  
86.5  
86.6  
86.7  
86.8  
86.9  
87.0  
87.1  
87.2  
87.3  
87.4  
87.5  
87.6  
87.7  
87.8  
87.9  
88.0  
88.1  
88.2  
88.3  
88.4  
88.5  
88.6  
88.7  
88.8  
88.9  
89.0  
89.1  
89.2  
89.3  
89.4  
89.5  
89.6  
89.7  
89.8  
89.9  
90.0  
90.1  
90.2  
90.3  
90.4  
90.5  
90.6  
90.7  
90.8  
90.9  
91.0  
91.1  
91.2  
91.3  
91.4  
91.5  
91.6  
91.7  
91.8  
91.9  
92.0  
92.1  
92.2  
92.3  
92.4  
92.5  
92.6  
92.7  
92.8  
92.9  
93.0  
93.1  
93.2  
93.3  
93.4  
93.5  
93.6  
93.7  
93.8  
93.9  
94.0  
94.1  
94.2  
94.3  
94.4  
94.5  
94.6  
94.7  
94.8  
94.9  
95.0  
95.1  
95.2  
95.3  
95.4  
95.5  
95.6  
95.7  
95.8  
95.9  
96.0  
96.1  
96.2  
96.3  
96.4  
96.5  
96.6  
96.7  
96.8  
96.9  
97.0  
97.1  
97.2  
97.3  
97.4  
97.5  
97.6  
97.7  
97.8  
97.9  
98.0  
98.1  
98.2  
98.3  
98.4  
98.5  
98.6  
98.7  
98.8  
98.9  
99.0  
99.1  
99.2  
99.3  
99.4  
99.5  
99.6  
99.7  
99.8  
99.9  
100.0

ETAPA EN  
H.BLOQUE

0.5  
1.0  
1.5  
2.0  
2.5

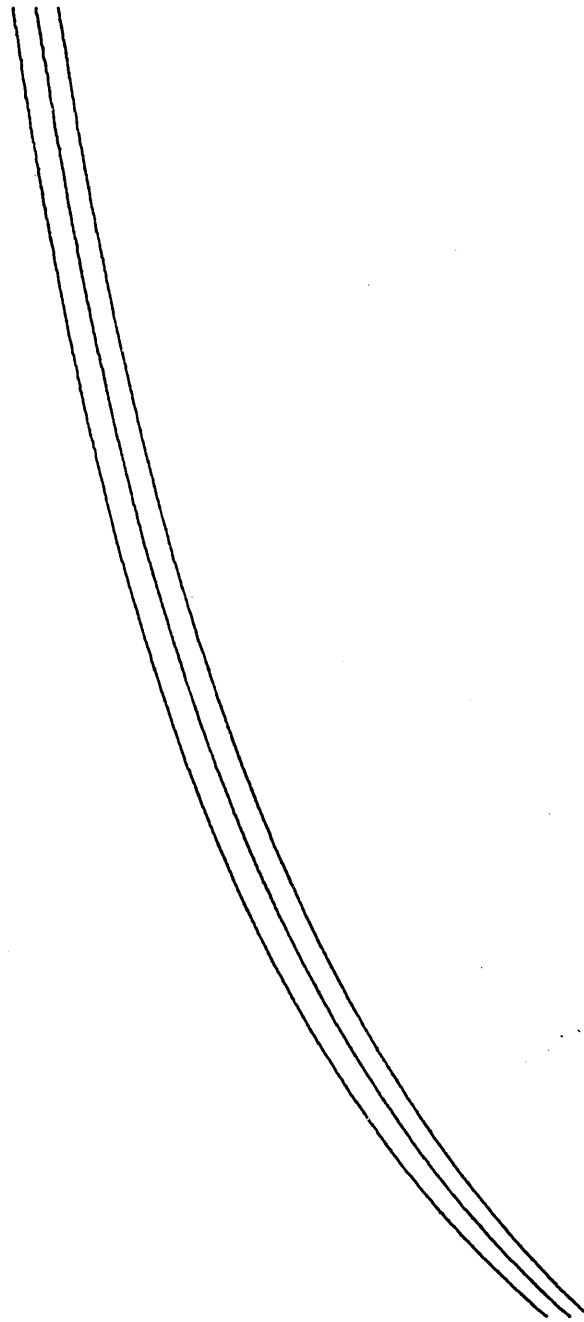


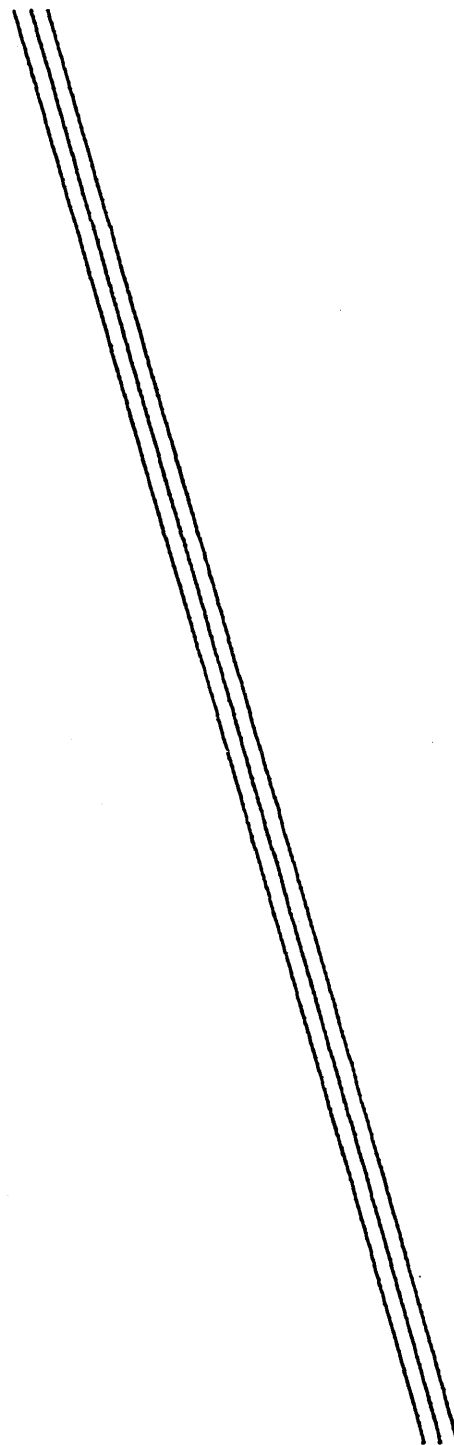


GRAFICO: G-2-44

NUMERO DE  
AVIONES

DC-9-30

NECESIDADES DE FLOTA EN FUNCION DE LA ETAPA



ETAPA EN  
LOGUEO

Dado que existen numerosas funciones, que se derivan de las anteriormente expuestas, vamos a representar en los gráficos G-2-45, G-2-46, ... , G-2-68-Anexo C -, las que consideramos de mayor utilidad a los efectos de nuestro estudio. Dichas funciones son las siguientes:

- I Número de aviones, que en media son necesarios, para realizar un número de vuelos anuales de distancia  $D_i$  km. En nuestro caso, hemos tomado 1000 frecuencias-año =  $\frac{1000}{365}$  frecuencias diarias.

Aunque con un cambio de escala la variable endógena la representaremos por  $N A D_i$  - número de aviones necesario para realizar un vuelo diario de distancia  $D_i$  km.

- II Nº de aviones que en promedio son imputables a cada Km del tramo realizado anualmente en función de la distancia del mismo. En este caso, el cálculo se realiza tomando un cambio de escala de un millón de km anuales. Denominaremos a la variable endógena por  $N A K_i$  - número de aviones imputables por km -, en nuestro caso por millón de km, en vuelos de distancia  $D_i$ .

- III Número de aviones necesarios para realizar un AKO anual, en función de la distancia del vuelo  $D_i$ . Dado que el valor de la variable endógena sería muy pequeño, vamos a realizar los cálculos tomando como base de referencia mil millones de AKO. Denominaremos a la variable endógena por  $N A AKO_i$ .

- IV Por último, y de forma análoga, vamos a expresar el número de aviones necesarios para ofrecer mil millones de toneladas-km. Denominaremos a la variable endógena por  $N A TKO_i$ .

En los gráficos correspondientes se expresa de forma explícita la función, en la cual ha sido necesario introducir el tiempo de vuelo como una función de la distancia. Asimismo, ha sido necesario considerar los valores corres

pondientes a: tiempo de escala, tiempo de rodaje, asientos y toneladas susceptibles de transportar a cada distancia, que para cada flota resultan, según el cuadro C-2-1. Se ha supuesto en todos los cálculos que el valor que toma HDD es de 16 horas.

Todos los valores de las funciones que figuran en los gráficos G-2-45, ..., G-2-68, tienen un significado claro, aunque su valor queda condicionado a las funciones de tiempo de vuelo estimadas según el modelo (2 - 1) y a la hipótesis de que H D D es igual a 16 horas. En el Anexo A - capítulo 6 -, se realizará un ajuste estadístico para obtener un valor de H D D que sea adecuado a la realidad del transporte aéreo. En función de este valor, de los precios de los aviones, del sistema de amortización y de las funciones de necesidades de flota estimadas en este capítulo, se realizará la estimación de las funciones de costes correspondientes al empleo de la flota como factor de la producción.

#### 2.4. FUNCION DE UTILIZACION DE LAS TRIPULACIONES

En este epígrafe, vamos a estudiar en que forma y en que cuantía se pueden utilizar las tripulaciones, según el tipo de etapa que vuelen, medida ésta en tiempo de vuelo. Asimismo, se analizará, como consecuencia del estudio de la utilización, las necesidades de tripulaciones para realizar un programa de vuelos, definido éste por la distancia kilométrica o el tiempo de vuelo de sus etapas.

Para cubrir los objetivos expuestos, vamos a partir de la reglamentación vigente en materia de tripulaciones - técnicas y auxiliares - en la compañía IBERIA<sup>18</sup>.

---

18.- IBERIA: III Convenio Colectivo Sindical de "Iberia con el Personal de Vuelo". Capítulo III. Régimen de trabajo y descanso. Pag. 44 y s.s.  
Madrid (1.971)

Las variables que afectan a la utilización de las tripulaciones son las siguientes:

- Tiempo de vuelo
- Tiempo de rodaje
- Tiempo de escala
- Tiempo de presentación y despido

Sobre los valores de los tiempos tenemos que hacer las siguientes consideraciones: el tiempo de vuelo de una etapa es, para cada flota, una variable que depende de la longitud de dicha etapa.

El tiempo de rodaje es fijo para todas las flotas, así se determina en el Convenio; su valor es de diez minutos sexagesimales, es decir, 0,17 horas. El tiempo de escala es el valor dado para cada flota, pero independiente de los tipos de vuelo. Por último, el tiempo de presentación es variable según los tipos de vuelo; su valor es de 45 minutos en los vuelos cortos y medios y de 1 hora en los vuelos largos. El tiempo de despido es fijo para todas las flotas y su valor es de 30 minutos. Aunque teóricamente el tiempo de presentación depende del tipo de vuelo y no del tipo de flota, existe una excepción y es que para los aviones con dos tripulantes técnicos - en nuestro caso el DC-9- todos los vuelos se consideran cortos.

Los tiempos analizados actúan, aunque no todos en todas, sobre las limitaciones existentes en la actividad de las tripulaciones:

- a) Máximo de horas de vuelo.
- b) Máximo de actividad laboral mensual.
- c) Máximo de actividad laboral diaria.
- d) Máximo de número de vuelos en cada día de actividad.
- e) Mínimo de días libres al mes.

El sentido de estas limitaciones es el siguiente:

- a) Un tripulante no puede volar al año - horas vuelo, no horas bloque- un número superior a 900 horas; asimismo, a nivel trimestral no puede realizar un número de horas superior a 263, ni a nivel mensual un número superior a 93,5 horas.

A efectos de cálculo se actúa con la limitación anual por ser más restrictiva que las correspondientes al trimestre y al mes. Si se tiene en cuenta que los tripulantes tienen un mes de vacaciones al año, la limitación anual es equivalente a una limitación mensual de un máximo de 81,82 horas de vuelo.

- b) A efectos del vuelo, la actividad laboral mensual se compone de:
  - 1) tiempos de presentación y despido, los cuales se computarán una vez por cada día de vuelo; 2) tiempo de rodaje, es fijo para todas las flotas, se computará una vez por cada uno de los vuelos que se realicen mensualmente; 3) tiempo de escala, es fijo para cada flota, se computará por cada día de vuelo un tiempo total de escala que será igual al número medio de vuelos diarios menos uno, multiplicado por el tiempo de escala de cada vuelo; 4) tiempo de vuelo, se computará a nivel mensual el producto de la duración de un vuelo por el número de vuelos mensuales.

La actividad laboral en tierra: cursos, imaginarias, etc, no se contabiliza a efectos de limitaciones, ya que se trata de obtener el número de tripulaciones necesarias para realizar un conjunto de servicios bajo el supuesto de que aquellas se dedican exclusivamente a la función de vuelo.

El problema a resolver consiste en maximizar, para cada tipo de flota y para cada tipo de etapa, el número de horas de vuelo y, en consecuencia, el de kilómetros a volar, que puede realizar una tripulación operando durante un

Denominaremos, para cada distancia kilométrica  $D_i$  y para cada flota  $F_j$ ,  
por:

$T V_{i j}$  = tiempo de vuelo de una etapa.

$T R$  = tiempo de rodaje de una etapa. Es constante a nivel de flota y de etapa.

$T E_j$  = tiempo de escala por etapa, variable según las flotas.

$T P D_{i j}$  = tiempo de presentación y despido, por día de vuelo.

$F_{i j}$  = número de etapas que realiza la tripulación cada día de vuelo.

$N D_{i j}$  = número de días de vuelo que realiza una tripulación mensualmente.

$H V_{i j}$  = número de horas de vuelo que realiza una tripulación mensualmente.

$H A L_{i j}$  = número de horas de actividad laboral que realiza una tripulación mensualmente<sup>19</sup>.

---

19.- Al considerar unicamente la función de vuelo, debería hablarse de Actividad Aérea, más que de Actividad Laboral. La primera comprende "El tiempo total computado desde la presentación de un tripulante en el aeropuerto, inmediatamente después de terminar un período de descanso, para ejecutar un servicio o serie de servicios, hasta treinta minutos después de haber inmovilizado el avión en el aparcamiento, una vez completado el último de estos servicios".. (Artículo 72 del III Convenio Colectivo, citado anteriormente). La Actividad Laboral comprende a la Actividad Aérea y a las actividades que se realizan en tierra: imaginarias, cursos, etc. El hecho de que se utilice el término Actividad Laboral, es debido a que en la forma de pago existen dos variantes: a) por horas de vuelo; b) por horas de actividad laboral.

Las relaciones que definen las horas de actividad laboral y las de vuelo son las siguientes:

$$H V_{i j} = N D_{i j} \times F_{i j} \times T V_{i j} \quad (2 - 27)$$

$$H A L_{i j} = N D_{i j} \left[ T P D_{i j} + F_{i j} (T V_{i j} + T R + T E_j) - T E_j \right] \quad (2 - 28)$$

Las restricciones que se han de cumplir son:

$$H V_{i j} \leq \frac{900}{11} \quad (2 - 29)$$

$$H A L_{i j} \leq 190 \quad (2 - 30)$$

$$\frac{H A L_{i j}}{H D_{i j}} \leq 13,50^{20} \quad (2 - 31)$$

$$N D_{i j} \leq \frac{365}{12} - 9 \quad (2 - 32)$$

$$F_{i j} \leq 7 \quad (2 - 33)$$

20.- La limitación del máximo de actividad laboral diaria es variable con la duración del vuelo. Según el artículo 101, del Convenio Colectivo citado anteriormente, los límites establecidos son: a) Vuelos cortos: doce horas cuarenta y cinco minutos; b) Vuelos medios: trece horas treinta minutos; c) Vuelos largos: catorce horas quince minutos. Se ha puesto en (2 - 30) la limitación correspondiente a vuelos medios, aunque en los cálculos se utilizará, para cada vuelo, la limitación que corresponda. Según el artículo 90, los vuelos con dos tripulantes técnicos se considerarán, a todos los efectos, cortos; este hecho da lugar a que en la flota DC-9, la única de las analizadas con dicha característica, el límite de Actividad Aérea sea, en todos los casos, de doce horas cuarenta y cinco minutos.

El significado de las relaciones y restricciones formuladas es el siguiente:

- (2 - 27) El número de horas de vuelo mensuales que realiza una tripulación, de la flota  $F_j$ , volando etapas de distancia  $D_i$  km, es igual al producto del número de días de vuelo al mes por el número de vuelos diarios por el tiempo de vuelo de la etapa.
- (2 - 28) El número de horas de actividad laboral mensuales, que se derivan directamente del vuelo, realizadas por una tripulación, es igual al producto del número de días de vuelo por la actividad laboral media de cada día de vuelo. Esta última se descompone en: tiempo de vuelo -  $N_{ij} \cdot T_{V_{ij}}$ , tiempo de presentación y despido<sup>21</sup> -  $T_{P_{ij}}$ , tiempo de rodaje -  $N_{ij} \times T_R$  - y tiempo de escala  $(N_{ij} - 1) \cdot T_{E_j}$ .
- (2 - 29) El número de horas de vuelo mensuales, a realizar por una tripulación, tiene que ser menor o igual que  $\frac{900}{11}$ .
- (2 - 30) El número de horas de actividad laboral mensual, a realizar por una tripulación, ha de ser menor o igual que 190.
- (2 - 31) El número de horas de actividad laboral en cada día de vuelo, ha de ser menor o igual que 13,50 horas.
- (2 - 32) El número de días de vuelo, en el mes medio, que mensualmente opera una tripulación ha de ser menor o igual que  $\frac{365}{12} - 9$ .
- (2 - 33) El número de vuelos diarios, que realiza una tripulación, en cada día de vuelo, ha de ser menor o igual que 7.

21.- Según el art. 72 del III Convenio Colectivo, anteriormente citado, el tiempo de presentación será de cuarenta y cinco minutos en los vuelos cortos y medios y de una hora en los vuelos largos. El tiempo de despido será en todos los casos de treinta minutos.



La importancia que tienen las relaciones (2 - 27) y (2 - 28) se deriva del hecho de que, una vez resuelto el problema de maximizar la actividad de vuelo, para cada tipo de etapa, el montante más importante del coste de las tripulaciones, la prima horaria, es una función que se deriva de dichas relaciones. Por otra parte, la expresión (2 - 27) es la función objetivo, en tanto que la (2 - 28) es simplemente una relación de definición, necesaria para poder resolver el problema, ya que muchas restricciones vienen afectadas, directa o indirectamente, por la actividad laboral.

El problema planteado no ofrece en sí mayores dificultades, siempre y cuando admitamos que  $D_{ij}$  y  $N_{ij}$  son variables continuas; así las vamos a considerar nosotros. La razón de ello radica, por una parte, en que las tripulaciones, en la realidad de la operación, no vuelan exclusivamente tramos de igual duración, sino un conjunto de vuelos de distinto tiempo. Por otra parte, nuestro objetivo es estimar las tripulaciones mínimas para un programa, con el fin de tener una base de referencia para imputar costes a tramos y poder establecer comparaciones en el tiempo o en el espacio de la actividad relativa de las tripulaciones.

Veamos la formulación definitiva del problema y su resolución práctica mediante un ejemplo; para ello, expresaremos las restricciones anteriores de forma que faciliten la comprensión y resolución del problema.

Función a maximizar:

$$H \sum_{i,j} V_{ij} = \sum_{i,j} N_{ij} D_{ij} \times F_{ij} \times T \sum_{i,j} V_{ij} \quad (2 - 27)$$

Restricciones:

$$F_{ij} \leq 7 \quad (2 - 33)$$

$$\frac{H A L_{i j}}{N D_{i j}} = T P D_{i j} + F_{i j} (T V_{i j} + T R + T E_j) - T E_j \leq 13,5 \quad (2-34)$$

$$N D_{i j} \leq \frac{900}{11 \times F_{i j} \times T V_{i j}} \quad (2 - 35)$$

$$N D_{i j} \leq \frac{365}{12} - 9 \quad (2 - 32)$$

$$N D_{i j} \leq \frac{190}{F_{i j} (T V_{i j} + T R + T E_j) + (T P D_{i j} - T E_j)} \quad (2 - 36)$$

La restricción (2 - 34) se deriva de la relación de definición dada en (2 - 28) y de la restricción (2 - 31). Asimismo, (2 - 35) se deriva de la relación expresada en (2 - 27) y de la restricción (2 - 29). Por último, la restricción (2 - 36) se deriva de la definición expresada en (2 - 28) y de la restricción (2 - 30).

Al analizar las restricciones expuestas, se observa que el tiempo de presentación y despido actúa a nivel diario, por lo cual y para que su intensidad de actuación sea la menor posible, el óptimo se encontrará, siempre que sea posible, maximizando la actividad laboral diaria, o lo que es equivalente, minimizando el número de días de vuelo.

El procedimiento de optimización, en función de lo expuesto anteriormente, es como sigue: supongamos que para una flota  $F_j$ , por ejemplo el DC - 9 -F6-, se nos pide calcular el número máximo de horas de vuelo que puede realizar una tripulación, mensualmente, para una etapa de 1.000 Km.

Los pasos a realizar son los siguientes:

- I Tomar para dicha flota los valores de tiempo de rodaje, tiempo de escala y tiempo de presentación y despido; éste es variable con el tipo de vuelo - excepto para la flota DC - 9 - por lo cual para calcularlo se requiere

re, en general, la duración del vuelo.

En nuestro ejemplo:

$$T R_6 = 0,17 \quad T E_6 = 0,91 \quad T P D_{1.000, 6} = 1,25$$

- II Estimación del tiempo de vuelo en función de la distancia de la etapa; para ello, se aplicará el modelo de tiempo de vuelo correspondiente, estimado en el epígrafe 2 - 1 .

Para nuestro caso:

$$T V_{1.000, 6} = 1,47$$

- III Cálculo en la restricción (2 - 34) del valor de  $F_{ij}$ , que resulta al igualar el primer miembro al valor de la actividad laboral máxima - 12,75 , 13,50 ó 14,25 - según se trate de vuelos cortos, medios o largos respectivamente.

En nuestro ejemplo como todos los vuelos de DC - 9, por ser una flota de 2 tripulantes técnicos, se consideran cortos, resulta que:

$$F_{1.000, 6} = \frac{12,75 - 1,25 + 0,91}{1,47 + 0,17 + 0,91} = 4,86$$

- IV Comparación del valor de  $F_{ij}$ , calculado en el punto III con el definido en la restricción (2 - 33) y tomar el menor de ambos.

En nuestro caso tomaríamos:

$$F_{1.000, 6} = 4,86$$

V Cálculo de los valores de  $N D_{i j}$  definidos en (2 - 35), (2 - 32) y (2 - 36), igualando, para realizar dicho cálculo, los primeros miembros a los segundos miembros. Para ello, debemos sustituir en dichas restricciones los valores obtenidos anteriormente :  $T R$ ,  $T E_j$ ,  $T V_{i j}$ ,  $T P D_{i j}$  y  $F_{i j}$ . De los tres valores obtenidos para  $N D_{i j}$ , se tomará como óptimo el menor de ellos, ya que es el único que verifica las tres restricciones.

En nuestro ejemplo, los valores de  $N D_{i j}$ , obtenidos respectivamente de (2 - 35), (2 - 32) y (2 - 36) son: 11,45, 21,41 y 14,92.

Por tanto, el óptimo de días de vuelo es:  $N D_{1.000, 6} = 11,45$ .

VI Cálculo del valor de  $H V_{i j}$  definido en la relación (2 - 27), función objetivo, sustituyendo en el segundo miembro de dicha expresión los valores de  $N D_{i j}$ ,  $F_{i j}$  y  $T V_{i j}$  obtenidos en los puntos V, IV y II respectivamente. El valor que resulta es la solución óptima del problema planteado.

En nuestro ejemplo resulta:

$$H V_{1.000, 6} = 11,45 \times 4,86 \times 1,47 = 81,78 \text{ horas de vuelo.}$$

El resultado es ligeramente inferior, por redondeos en los cálculos, al máximo valor de las horas de vuelo mensuales, que es 81,82.

Una vez resuelto el problema de estimar el mayor valor de (2 - 27), para cada flota y para tiempo de vuelo o distancia kilométrica, el cálculo del número de tripulaciones para realizar un vuelo mensual de distancia prefijada es inmediato.

Denominaremos por:

$N T_{i j}$  : el número de tripulaciones necesarias en la flota  $F_j$  para realizar mensualmente un vuelo de distancia  $D_i$ .

Si se tiene en cuenta que una tripulación puede realizar mensualmente, en la solución óptima, un número de vuelos que es igual al producto de los que puede realizar en cada día de vuelo, por el número de éstos en que puede operar, resulta que:

$$N_{T_{ij}} = \frac{1}{N_{D_{ij}} \times F_{ij}} = \frac{T_{V_{ij}}}{H_{V_{ij}}} \quad (2 - 37)$$

La función (2 - 37) define la forma de calcular el número de tripulaciones que, en media, se necesitan todos los meses para realizar un programa de vuelos anual.

Supongamos que el programa de una compañía viene definido de la siguiente forma:

$N_{ij}$  = Número de frecuencias, vuelos, a realizar anualmente de distancia  $D_i$  Km, por parte de la flota  $F_j$ .

$T_{V_{ij}}$  = Tiempo de vuelo correspondiente al vuelo genérico, distancia  $D_i$  y flota  $F_j$ .

$H_{V_{ij}}$  = Máximo de horas de vuelo que puede realizar un tripulante, mensualmente, volando vuelos con tiempo  $T_{V_{ij}}$ .

Denominemos por:

$N_{T_j}$  = El número de tripulaciones que, en media, necesita al año la flota  $F_j$  para realizar su programa.

$N_T$  = El número de tripulaciones que, en media, necesitan el conjunto de todas las flotas para realizar sus programas de vuelo.

Si tenemos en cuenta que al calcular el número de tripulaciones para realizar un vuelo, a partir del máximo número de horas que puede volar en media una tripulación todos los meses, está implícito el hecho de que están disponibles para el vuelo. El valor estimado define la necesidad, sin contemplar las vacaciones, por lo cual, la plantilla de tripulaciones será en realidad doce onceavos de la que resultaría, en media, para el mes. Es decir, la expresión (2-37) es una estimación, por defecto, once doceavos, del valor real que corresponde, ya que por cada once tripulaciones en vuelo debe haber una de vacaciones.

Con las puntualizaciones anteriores podemos expresar:

$$N T_j = \frac{12}{11} \sum_{i=1}^n \left( \frac{T V_{i j}}{H V_{i j}} \right) \times N_{i j} \quad (2 - 38)$$

$$N T = \frac{12}{11} \sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^n \left( \frac{T V_{i j}}{H V_{i j}} \right) N_{i j} \quad (2 - 39)$$

A la vista de las restricciones que condicionan el desarrollo de la actividad aérea de las tripulaciones, podemos hablar en principio de cuatro zonas operativas - cada zona viene definida para cada flota por el conjunto de distancias comprendidas en un intervalo - cada una de las cuales tiene una serie de características, entre las cuales destacaremos la más importante, considerando como tal a la limitación más restrictiva:

Veamos ahora las características de dichas zonas:

ZONA A :

Mensualmente se vuela el número máximo de días permitido -  $\frac{365}{12}$  - 9 -;  
 el número de saltos por día de vuelo es también el máximo permitido - 7 -;  
 las horas de actividad laboral son menores o iguales que el máximo permiti

do - 190 - y las horas de vuelo son inferiores al valor máximo -  $\frac{900}{12}$  -.  
Asimismo, cada día de vuelo no se alcanza el máximo de actividad laboral diaria - 12,75, 13,50 ó 14,25 horas -.

La limitación más restrictiva de esta zona, por tanto, la que consideramos como característica de la misma, es el número de días de vuelo mensuales.

ZONA B :

En ésta, el número de días de vuelo es menor o igual que el valor máximo; el número de saltos por día de vuelo es máximo; asimismo es máxima la actividad laboral mensual. La actividad laboral por día de vuelo es menor o igual que el máximo permitido y no se alcanza el máximo en el número de horas de vuelo mensuales.

La limitación más restrictiva de esta zona y por tanto su característica es el número de saltos por día de vuelo.

ZONA C : 22

El número de días de vuelo es constante -14,90-; este valor es el que se deduce de maximizar la actividad laboral diaria - 12,75 horas por día de vuelo, maximizando a la vez la actividad laboral mensual. El número de 22.- Para las flotas B - 747 y DC - 10 existen dos subzonas:  $C_1$  y  $C_2$ . En la primera de ellas, el número de días de vuelos es 14,90, en tanto que en la segunda es 14,07. Este hecho se deriva de la ruptura a que da lugar el paso de vuelo corto a vuelo medio, lo cual modifica las horas máximas de actividad diaria. Dado que la subzona  $C_2$  es muy pequeña, tal como se puede apreciar en los cuadros C-2-20 y C-2-21 que figuran a continuación, hemos considerado a todos los efectos que la zona C reúne en estas flotas las características que se verifican para el resto de los aviones. La razón fundamental radica en dar un tratamiento homogéneo y más simple a todas las flotas, a costa de perder un poco de exactitud.

saltos por día de vuelo es igual o menor que el máximo permitido; asimismo, las horas de vuelo son menores o iguales que el máximo mensual.

La limitación más restrictiva es el número de horas de actividad laboral al mes.

ZONA D :

En esta se consigue que para todos los puntos se alcance el máximo de horas de vuelo mensuales y el máximo de actividad laboral diaria. El número de días de vuelo es menor o igual que 14,90; el de saltos por día de vuelo menor que el máximo y la actividad laboral mensual menor o igual que el máximo permitido.

La limitación más restrictiva es el máximo de actividad laboral diaria. Esta zona es la única en la cual se consigue que las tripulaciones vuelen el máximo permitido.

En los cuadros que figuran a continuación - C-2-20, ..., C-2-25 - se reflejan los valores que definen cada zona para cada uno de los aviones objeto de estudio. Se han tomado para cada avión la gama de distancias que viene definida por su curva de carga de pago. Los tiempos correspondientes a las mismas se han obtenido a partir de la función de tiempo de vuelo que se estimó para cada una de las flotas.



CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD AEREA DE LAS TRIPULACIONES

CUADRO: C-2-20

FLOTA : BOEING - 747

Conceptos Zonas	Número de días de Vuelo al mes N D <sub>i 1</sub>	Número de Frecuencias por día de Vuelo F i 1	Horas de Actividad laboral mensual H A L <sub>i 1</sub>	Horas de Act. Laboral por día de Vuelo H A L <sub>i 1</sub> N D <sub>i 1</sub>	Horas de Vuelo mensuales H V <sub>i 1</sub>	Tiempo de Vuelo de cada Tramo (horas) T V <sub>i 1</sub>	Distancia de cada tramo (Kms) D <sub>i</sub>
A			C A R E C E	D E	E L L A		
B			C A R E C E	D E	E L L A		
C <sub>1</sub>	14,90	5,67	190	12,75	19,47	0,21	0
C <sub>2</sub>	14,90	3,95	190	12,75	73,52	1,25	
	14,07	3,89	190	13,50	81,82	1,50	
D	6,67	1,18	95	14,25	81,82	10,35	9.376

CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD AEREA DE LAS TRIPULACIONES

CUADRO: C-2-21

FLOTA : DC - 10 / 30

Conceptos Zonas	Número de días de Vuelo al mes $N D_{i2}$	Número de Frecuencias por día de Vuelo $F_{i2}$	Horas de Actividad laboral mensual $H A L_{i2}$	Horas de Act. Laboral por día de Vuelo $H A L_{i2}$ $N D_{i2}$	Horas de Vuelo mensuales $H V_{i2}$	Tiempo de Vuelo de cada Tramo (horas) $T V_{i2}$	Distancia de cada tramo (Kms) $D_i$
A			C A R E C E	D E	E L L A		
B			C A R E C E	D E	E L L A		
C <sub>1</sub>	14,90	6,31	190	12,75	16,92	0,18	0
C	14,90	4,18	190	12,75	77,85	1,25	
C <sub>2</sub>	14,07	4,20	190	13,50	81,82	1,36	1.032
D	6,67	1,17	95	14,25	81,82	10,52	9.445

CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD AEREA DE LAS TRIPULACIONES

CUADRO: C-2-22

FLOTA : DC - 8 /63

Conceptos Zonas	Número de días de Vuelo al Mes N D <sub>i</sub> 3	Número de Frecuencias por día de Vuelo F <sub>i</sub> 3	Horas de Actividad Laboral mensual H A L <sub>i</sub> 3	Horas de Act. Laboral por día de Vuelo H A L <sub>i</sub> 3 N D <sub>i</sub> 3	Horas de Vuelo mensuales H V <sub>i</sub> 3	Tiempo de Vuelo de cada Tramo (horas) T V <sub>i</sub> 3	Distancia de cada tramo (Kms) D <sub>i</sub>
A			C A R E C E	D E	E L L A		
B			C A R E C E	D E	E L L A		
C <sub>1</sub>	14,90	6,84	190	12,75	23,45	0,23	0
C <sub>2</sub>	14,90	4,50	190	12,75	81,82	1,22	853
D	6,67	1,25	95	14,25	81,82	9,78	8356

CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD AEREA DE LAS TRIPULACIONES

CUADRO: C-2-23  
 FLOTA : DC - 8 / 50

Conceptos Zonas	Número de días de Vuelo al mes N D <sub>i</sub> 4	Número de Frecuencias por día de Vuelo F i 4	Horas de Actividad laboral mensual H A L <sub>i</sub> 4	Horas de Act. Laboral por día de Vuelo H A L <sub>i</sub> 4 N D <sub>i</sub> 4	Horas de Vuelo mensuales H V <sub>i</sub> 4	Tiempo de Vuelo de cada Tramo (Horas) T V <sub>i</sub> 4	Distancia de cada Tramo (Kms) D <sub>i</sub>
A			C A R E C E	D E	E L L A		
B <sub>1</sub>	17,48	7	190	10,87	25,69	0,21	0
B <sub>2</sub>	14,90	7	190	12,75	49,92	0,48	.227
C	14,90	5,39	190	12,75	81,82	1,02	695
D	6,67	1,24	95	14,25	81,82	9,90	8382

CUADRO: C-2-24

FLOTA B - 727

CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD AEREA DE LAS TRIPULACIONES

Conceptos Zonas	Número de días de Vuelo Al mes N D <sub>i</sub> 5	Número de Frecuencias por día de Vuelo F i 5	Horas de Actividad Laboral mensual H A L <sub>i</sub> 5	Horas de Act. Laboral por día de Vuelo H A L <sub>i</sub> 5 N D <sub>i</sub> 5	Horas de Vuelo mensuales H V <sub>i</sub> 5	Tiempo de Vuelo de cada Tramo (Horas) T V <sub>i</sub> 5	Distancia de cada Tramo (Kms) D <sub>i</sub>
A			C A R E C E	D E	E L L A		
B <sub>1</sub>	18,68	7	190	10,17	14,39	0,11	0
B <sub>2</sub>	14,90	7	190	12,75	49,92	0,48	261
C	14,90	5,39	190	12,75	81,82	1,02	672
D	8,06	2,82	114,86	14,25	81,82	3,60	3428

CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD AEREA DE LAS TRIPULACIONES

CUADRO: C-2-25  
 FLOTA : DC - 9 / 30

Conceptos Zonas	Número de días de Vuelo al mes N D <sub>i 6</sub>	Número de Frecuencias por día de Vuelo F i 6	Horas de Actividad Laboral mensual H A L i 6	Horas de Act. Laboral por día de Vuelo $\frac{H A L_{i 6}}{N D_{i 6}}$	Horas de Vuelo mensuales H V <sub>i 6</sub>	Tiempo de Vuelo de cada Tramo (Horas) T V <sub>i 6</sub>	Distancia de cada Tramo (kms) D <sub>i</sub>
A	21,42	7	187,18	8,74	17,99	0,12	0
B	21,42	7	190	8,87	20,99	0,14	12
C	14,90	7	190	12,75	72,27	0,69	416
D	14,90	6,41	190	12,95	81,82	0,86	535
	9,63	3,60	122, 78	12,75	81,82	2,36	1741

Veamos ahora la forma que toma la función (2 - 37) en cada una de las zonas operativas definidas anteriormente. La función citada permite calcular el número de tripulaciones necesarias para realizar un vuelo mensual, cuya duración horaria es de  $T_{V_{ij}}$ .

ZONA A :

En ella, cada tripulación puede volar el máximo de días de vuelo  $-\frac{365}{12}-9-$  y cada uno de ellos el número máximo de vuelos  $-7-$ .

Por tanto, la expresión (2 - 37), toma la forma:

$$N_{T_{ij}} = \frac{1}{\left(\frac{365}{12} - 9\right) \times 7} \quad (2 - 40)$$

Es decir, el número de tripulaciones necesarias para realizar un vuelo es independiente de la distancia del mismo y, por tanto, de su tiempo de vuelo.

ZONA B :

En ella, las tripulaciones realizan siempre 190 horas de actividad laboral y operan siete saltos en cada día de vuelo.

En este caso, una tripulación realiza mensualmente:

$$H_{A_{L_{ij}}} = 190$$

$$H_{V_{ij}} = \frac{7 \times 190 \times T_{V_{ij}}}{T_{P_{D_{ij}}} + 7 (T_R + T_E + T_{V_{ij}}) - T_{E_j}} \quad (2 - 41)$$

Sustituyendo (2 - 41) en (2 - 37) resulta:

$$N T_{i j} = \frac{1}{7 \times 190} (T P D_{i j} - T E_j) + 7 (T R + T E + T V_{i j}) \quad (2-42)$$

Dado que en la expresión (2 - 41), los únicos tiempos variables son, para cada flota en particular, el de presentación y despido y el de vuelo, resultaría que la función (2 - 41) lo es de estas variables. Sin embargo, en todos los casos, resulta que en esta zona el tiempo de presentación y despido -  $T P D_{i j}$  - es fijo e igual a 1,25 horas, por lo cual, la función (2 - 41) es lineal respecto al tiempo de vuelo.

Si en dicha función sustituyésemos el tiempo de vuelo por la distancia, según las estimaciones realizadas del modelo (2 - 1), que figuran en los cuadros C-2-8, ..., C-2-13, llegaríamos a una expresión que permitiría calcular el número de tripulaciones necesarias para realizar un vuelo en función de la distancia del mismo. Esta función necesariamente sería parabólica, ya que así es la especificación del modelo (2 - 1).

#### ZONA C :

Caracterizada porque las tripulaciones realizan diariamente el máximo de actividad laboral permitido - 12,75 - para la gama de tiempos de vuelo comprendidos en esta zona; asimismo realizan el máximo de actividad laboral mensual.

La expresión (2 - 27) toma la forma siguiente:

$$H V_{i j} = \frac{190}{12,75} \times \frac{12,75 + T E_j - T P D_{i j}}{T R + T E_j + T V_{i j}} \times T V_{i j}^{23} \quad (2 - 43)$$

23.- En las flotas B - 747 y DC - 10, con arreglo a lo explicado en la nota 22, la expresión (2 - 43) , en la subzona  $C_2$  tomaría la misma forma, pero substituyendo el valor de 12,75 por el de 13,50. Esto mismo es también trasladable a la expresión (2 - 44).



La expresión (2 - 37) sería:

$$N T_{i j} = \frac{12,75}{190} \frac{T R + T E_j + T V_{i j}}{12,75 + T E_j - T P D_{i j}} \quad (2 - 44)$$

Al igual que ocurría en la zona B, podemos afirmar que la expresión (2-44) es una función lineal del tiempo de vuelo. Asimismo, si  $TV_{ij}$  fuese expresado en función de la distancia, la expresión derivada de (2 - 44) sería de tipo parabólico, siendo la única variable explicativa la distancia ortodrómica, ya que en esta zona el tiempo de presentación y despido es, para todas las flotas, constante e igual a 1,25 horas.

ZONA D :

Caracterizada porque en toda la gama de distancias que la definen, las tripulaciones realizan el máximo de horas de vuelo -  $\frac{900}{11}$  -.

Por tanto, la expresión de (2 - 37) toma la forma:

$$N T_{i j} = \frac{11}{900} T V_{i j} \quad (2 - 45)$$

Es decir, (2 - 45) es una función lineal del tiempo de vuelo, pero en este caso, no existe ordenada en el origen, tal como ocurría en las zonas B y C. Es evidente, que si (2 - 37) se expresara en función de la distancia, resultaría una función de tipo parabólico.

Las conclusiones que se obtienen, a nivel de flota, de lo anteriormente expuesto, son las siguientes:

- a) En cada zona, queda perfectamente definido, como se pueden calcular, las distintas variables que definen la actividad de las tripulaciones.

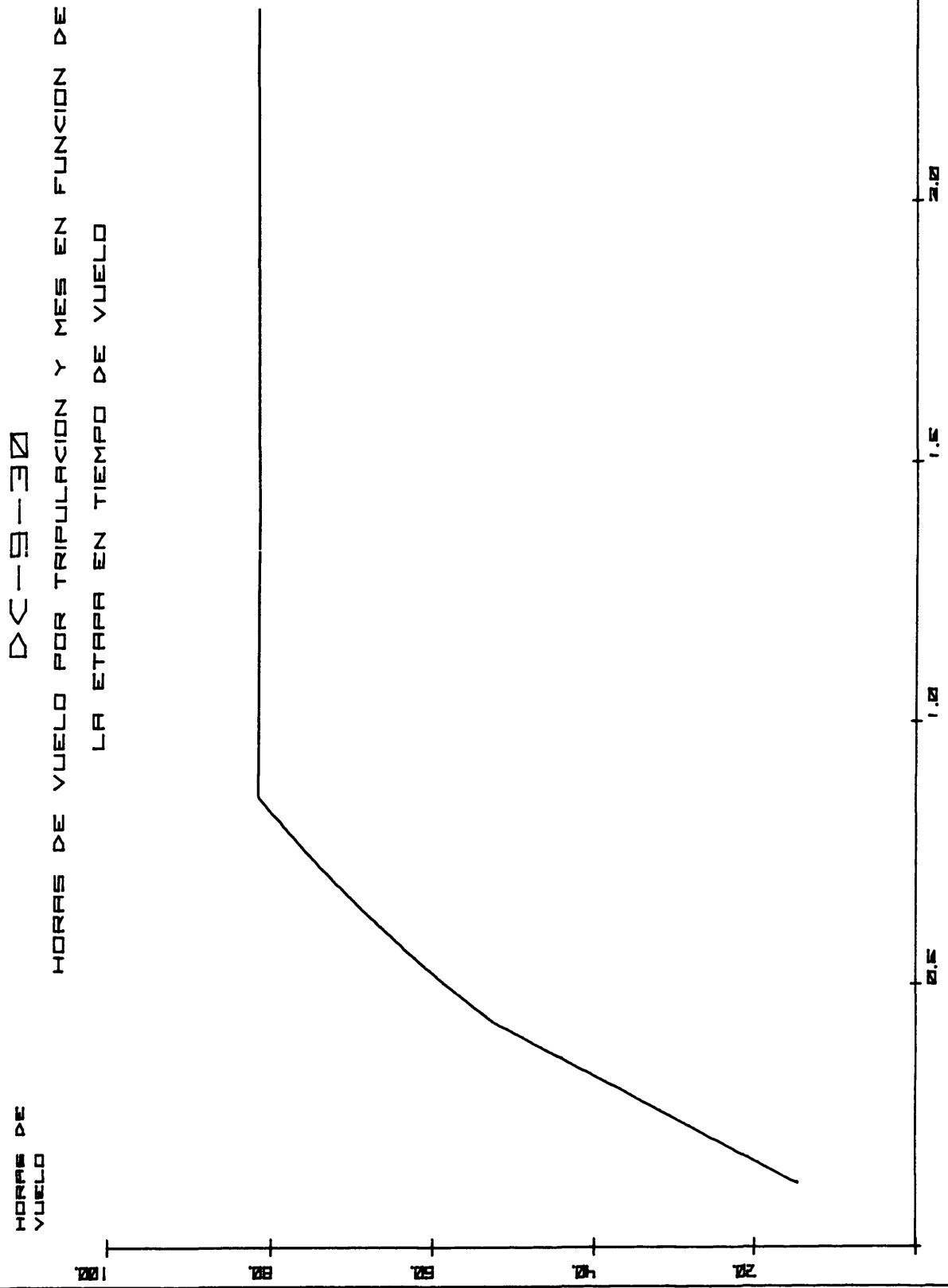
- b) La función que define el número de tripulaciones para realizar un vuelo -  $N T_{i j}$  - es lineal en todas las zonas, si la variable explicativa es el tiempo de vuelo. En la zona A, dicha función es una constante; en las zonas B y C, tiene ordenada en el origen y coeficiente angular, en tanto que en la zona D, dicha función solo tiene coeficiente angular.
- c) La función que determina el valor  $N T_{i j}$  es parabólica si la variable ex explicativa es la distancia, para las zonas B, C y D, en tanto que para la zona A, dicha función es lineal y constante.
- d) El que la función  $N T_{i j}$  sea parabólica, si la variable es la distancia, viene determinado por la especificación dada a la función tiempo de vuelo - (2 - 1) - ya que ésta es parabólica respecto a la distancia.

Cualquier otro tipo de especificación habría dado lugar a que la función de necesidades de tripulaciones tuviese precisamente la forma dada a la función de tiempo de vuelo.

De forma análoga a como se hizo en el epígrafe (2 - 3), vamos a representar para una flota, en nuestro caso en DC - 9, las funciones (2 - 27) y (2-28), que expresan los valores que toma el número de horas de vuelo y el número de horas de actividad laboral que puede realizar una tripulación mensualmente, según el tipo de etapa, definida ésta en tiempo de vuelo. Dichos gráficos figuran a continuación con los número: G - 2 - 69 y G - 2 - 70 respectivamente.

GRAFICO: G-2-69

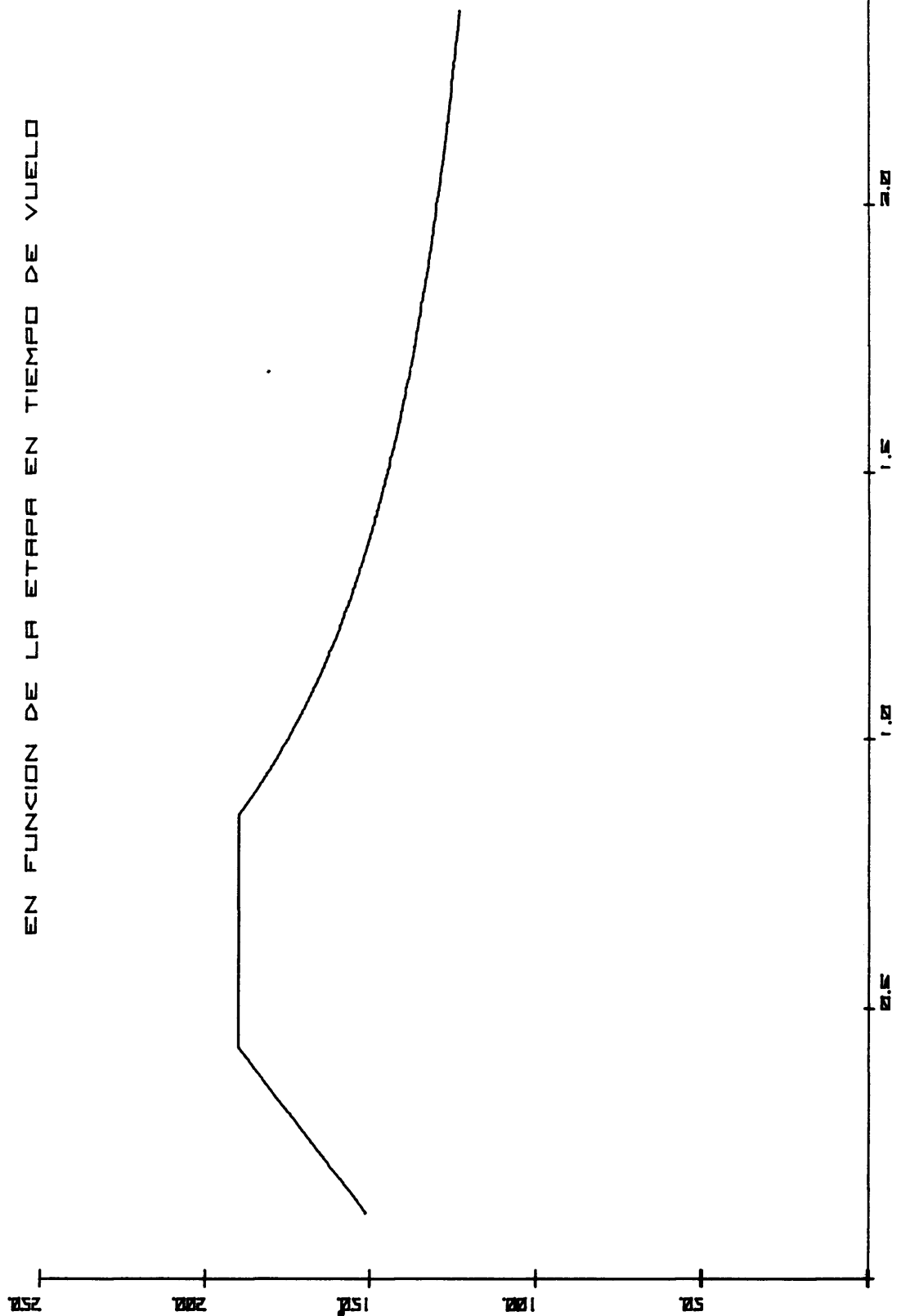
DC-9-30  
HORAS DE VUELO POR TRIPULACION Y MES EN FUNCION DE  
LA ETAPA EN TIEMPO DE VUELO



H. ACTIVIDAD  
LABORAL

00-9-30

HORAS DE ACTIVIDAD LABORAL POR TRIPULACION Y MES  
EN FUNCION DE LA ETAPA EN TIEMPO DE VUELO



que hemos considerado más importantes para los fines del estudio. Dichas funciones se expresan en forma explícita, figurando los valores de los estimadores, que se derivan de sustituir los parámetros correspondientes: tiempo de escala, tiempo de rodaje, etc, así como las estimaciones que, para cada flota, resultó en la función (2 - 1).

Las funciones representadas, para cada flota, son las siguientes:

- I Número de tripulaciones mensuales necesarias para realizar un vuelo mensual de distancia  $D_i$ . Dado que dicho valor resultaría muy pequeño, se ha realizado un cambio de escala, y se han calculado las necesidades de tripulaciones para 100 vuelos.

El símbolo utilizado para la variable endógena es  $N T_i$ .

Gráficos G - 2 - 71, ... , G - 2 - 76.

- II Número de tripulaciones que en media se necesitan en el mes, para realizar una oferta de un AKO. Dada la pequeña magnitud de esta unidad, se ha realizado un cambio de escala, tomando diez millones de AKO.

El símbolo utilizado para la variable endógena es  $N T AKO_i$ .

Gráficos G - 2 - 77, ... , G - 2 - 82.

- III Por último, se ha representado la función que determina el número de tripulaciones necesarias para realizar una oferta de diez millones de TKO.

El símbolo utilizado para la variable endógena es  $N T TKO_i$ .

Gráficos G - 2 83, ... , G - 2 - 87.

El estudio realizado en este epígrafe, sobre el cual no tenemos constancia de ningún antecedente, tiene una importancia capital, ya que servirá de base para estimar plantillas de tripulaciones, por flotas y compañía, y obtener, a partir de ellas y por comparación con las existentes a nivel real, los índices de actividad de tripulaciones técnicas y de tripulaciones auxiliares. Este estudio se realizará en el Anexo B.



### 3.- FUNCIONES DE COSTES





En el capítulo anterior se estudiaron las funciones tecnológicas de un conjunto importante de los factores de la producción. A partir de ellos y utilizando un sistema de precios, se obtendrán en este capítulo las funciones de costes.

El estudio de estas funciones tiene como objetivo principal estimar las ponderaciones implícitas en cada unidad de producción, con el fin de realizar la agregación de ésta.

Dado que la tesis plantea el estudio de funciones de producción a través de un modelo de sección mixta de un conjunto de empresas internacionales, hemos considerado que es más correcto estimar precios internacionales de los factores de la producción, que hacerlo con un sistema de precios nacional. Esto da lugar a que, en el caso del combustible y de las tripulaciones, haya que diseñar unos índices de precios con el fin de conseguir que éstos tengan una representación internacional. Este aspecto no es necesario realizarlo así en el caso de las amortizaciones de la flota y en el del mantenimiento, porque de dichas funciones se dispone directamente de precios internacionales.

El objetivo final de este capítulo es la determinación de los costes correspondientes a las actividades de transporte de pasajeros y de carga, ya que como se planteó en el epígrafe 1 - 2, las ponderaciones implícitas en cada unidad de producción son precisamente los costes mínimos y óptimos correspondiente a la misma.

Para llegar a dicho objetivo es necesario desarrollar una serie de etapas, las cuales las podríamos sintetizar de la siguiente forma:

- Primera etapa: Obtención de las funciones de costes, a precios internacionales, de los principales factores de la producción:
  - Combustible
  - Amortización de la flota
  - Tripulaciones
  - Mantenimiento

Esta primera fase se desarrollará, un epígrafe para cada factor, en los cuatro primeros apartados de este capítulo. La obtención de dichas funciones de coste se basa, excepto en el caso del mantenimiento, en los resultados obtenidos en el capítulo anterior.

- Segunda etapa: Consiste en la obtención, para cada flota, de la función de costes totales; es decir, de la correspondiente al conjunto total de los factores que intervienen en la producción. Para ello es necesario:
  - a) clasificar los costes, desde el punto de vista de la longitud del vuelo, en fijos y variables.
  - b) aceptar la hipótesis de que los precios de los factores no considerados en la primera etapa han tenido, en el período 1972/74, una evolución similar a aquellos, con la excepción del combustible.
  - c) estimar, excluyendo en principio el combustible, las relaciones existentes entre los costes fijos y los variables y entre éstos y los analizados de forma particular en los epígrafes segundo , tercero y cuarto de este capítulo.

Esta etapa será desarrollada en el quinto epígrafe, y para ello se utilizará la información económica que, para las Compañías objeto de estudio, figura en los Compendios Estadísticos de OACI.

Hay que tener en cuenta que, aunque el estudio de las funciones de producción se realizará con informaciones de tráfico - es decir, con producciones - relativas a 1.972, el sistema de precios implícito en las ponderaciones es el correspondiente a 1.974.

- Tercera etapa: Tiene como finalidad obtener las ponderaciones implícitas en las distintas unidades de producción de las actividades de pasaje y carga. Esto requiere que la función de costes conjunta, para cada tipo de flota, obtenida en la fase anterior, se desagregue en dos funciones parciales, es decir, una para cada tipo de actividad. Para realizar la

imputación de los costes conjuntos al pasaje y a la carga, se analizan una serie de criterios lógicos, para aceptar finalmente el que creemos que recoge en mejor medida la realidad económica del transporte aéreo, derivada del hecho de que, en la mayoría de las Compañías, la producción de carga sigue siendo un subproducto de la correspondiente al pasaje.

Por comparación de los costes que por asiento o tonelada, según el tipo de producción de que se trate, tienen lugar en las distintas flotas, se determinan, eligiendo el menor de ellos para cada distancia, los coeficientes de ponderación implícitos en cada unidad de producto.

Esta etapa se desarrollará en el sexto epígrafe de este capítulo, y permitirá, tomando sus resultados y los correspondientes al tráfico por las Compañías, estimar los indicadores de la producción correspondientes a éstas. Esta fase de la tesis será realizada en el capítulo siguiente.

### 3.1. COSTES DE COMBUSTIBLE

Para aplicar a la función de consumo de combustible un precio que, en cierta medida, sea válido, a nivel general, para este factor, se ha calculado una media aritmética ponderada de los precios de un conjunto de aeropuertos.

Dado que interesa que el precio sea representativo del conjunto de las compañías objeto de análisis, se han tomado los precios que en una fecha determinada - marzo 1.975 - regían en los aeropuertos que constituyen las bases principales de operación de dichas compañías. Con estos precios, se ha calculado una media ponderada, utilizando como ponderaciones las toneladas-km ofrecidas por cada compañía en servicios comerciales regulares.

Las ponderaciones respectivas de cada precio corresponden a los datos de tráfico, según OACI <sup>1</sup>, de 1.972.

Los datos básicos, para calcular el precio medio, figuran en el cuadro 3-1 - Anexo D -.

Si representamos por:

•  $TKO_k$  = las toneladas-km ofrecidas, en servicios comerciales regulares, por la compañía k-ésima.

$P_k$  = el precio de la libra de combustible - incluido impuestos - en el aeropuerto principal de operaciones de la compañía i-ésima.

$\bar{p}$  = el precio medio ponderado que resulta para el conjunto de las compañías.

$$\text{Podemos expresar } \bar{p} = \frac{\sum_{k=1}^m P_k TKO_k}{\sum_{k=1}^m TKO_k} \quad (3 - 1)$$

La razón de emplear precios de marzo de 1.975 y no los correspondientes a 1.974, período en que se valorarán los distintos factores, obedece al hecho de que no se disponía de tal información; sin embargo, nos consta que entre ambos períodos los precios del combustible no sufrieron variaciones importantes. La subida de mayor entidad en el precio del combustible, tuvo lugar para las compañías aéreas a lo largo del ejercicio 1.973/74. En el caso concreto de IBERIA, la participación relativa del coste del combustible en el coste total de la empresa, pasó del 8% en el ejercicio 1.972/73 al 20% en el ejercicio 1.973/74<sup>2</sup>.

1.- OACI: Compendio Estadístico nº 189 A - TRAFICO DE LAS LINEAS AEREAS - Volumen 1.

2.- IBERIA: I Plan Integrado de la Compañía - 1.975/79. Ponencia de Condicionantes y Previsiones de Partida. Pág. 60.

Por lo que se refiere a las ponderaciones utilizadas, las toneladas-km ofrecidas, esta magnitud es sin duda la que guarda una relación más estrecha con el consumo de combustible, por lo cual nos ha parecido la más adecuada para ser utilizada como ponderación. La suma de ponderaciones utilizadas representa un montante total de 32.810 millones de TKO, en tanto que a nivel total de OACI, dicho valor es de 126.000 millones de TKO -ambas magnitudes en 1.972-, es decir, la oferta considerada, a nivel global, representa algo más del 25% del total de OACI. Esto refleja, en cierto modo, la representatividad de la muestra.

En general, los contratos de suministro de combustible se realizan con los distintos proveedores, fijando el precio en centavos de dolar USA por galón. Por lo cual, y teniendo en cuenta que los consumos están expresados en libras y que los costes se van a expresar en pesetas, se han utilizado como relaciones de cambio las siguientes:

$$1 \$ \text{ USA} = 56 \text{ Ptas.}; \quad 1 \text{ galón USA} = 6,794055 \text{ libras.}$$

Aunque la relación entre peso y volumen depende en gran medida de la temperatura- no es constante, se ha aceptado como válida a efectos de la transformación la que tiene lugar a 15º centígrados. La transformación de unidades de peso en volumen o viceversa, da lugar en muchos casos a problemas de control de facturación en las compañías aéreas, ya que es difícil verificar todas las medidas al ser variables las relaciones según la temperatura. Las diferencias pueden llegar, en algunos casos, a niveles del orden del 3%, que traducido a valores absolutos y para una compañía del tamaño de IBERIA, pueden ser cifras del orden de cientos de millones de pesetas. Por razones de sencillez, no planteamos si dicha temperatura - 15º - es verdaderamente un promedio real o no; en cualquier caso, el error relativo carece de significación de cara a los fines del estudio.

Las subidas registradas en los precios del petróleo en épocas recientes, ha dado lugar a que la estructura de costes de las compañías aéreas se haya alterado radicalmente. Para paliar en cierta medida los efectos de dichas subidas, muchas compañías han optado por seguir una política económica basada fundamentalmente en los siguientes aspectos: a) repostar, en la medida de lo posible, en aquellos aeropuertos con niveles de precios más bajos; b) modificar la política operativa, reduciendo en general las velocidades de las distintas fases del vuelo,

al objeto de disminuir los niveles de consumo a costa de aumentar los tiempos de vuelo; c) suprimir total o parcialmente, dentro de lo posible, aquellas líneas cuya justificación social o económica no tuviese la suficiente entidad. Este último punto ha sido motivado en gran medida por la recesión de la demanda que, a nivel mundial, se produjo en el transporte aéreo a lo largo de 1.974.

El valor que resulta para la expresión (3 - 1), una vez aplicadas las relaciones de transformación citadas anteriormente, es:  $\bar{p} = 3,65$  Ptas/libra.

Vamos a denominar, para vuelos de distancia kilométrica  $D_i$  y realizados por la flota  $F_j$ , por:

$C C C_{i j}$  : coste del consumo de combustible imputable a un vuelo.

$C C C A_{i j}$  : coste del consumo de combustible, imputable por asiento ofrecido.

$C C C T_{i j}$  : coste del consumo de combustible, imputable por tonelada ofrecida.

$C C C AKO_{i j}$  : coste del consumo de combustible, imputable por asiento - km ofrecido.

$C C C TKO_{i j}$  : coste del consumo de combustible, imputable a una tonelada-km ofrecida.

A partir de la estimación de la función (2 - 7), consumo de combustible por flota y vuelo, que figura en los cuadros: C-2-14, ... , C-2-19; de las funciones de carga de pago que figura en el cuadro C-2-1 y del precio medio estimado a través de la expresión (3 - 1), podemos definir las siguientes relaciones:

$$C C C_{i j} = \bar{p} \times C C_{i j} \quad (3 - 2)$$

$$C C C A_{i j} = \frac{\bar{p} \times C C_{i j}}{A_{i j}} \quad (3 - 3)$$

$$C C C T_{i j} = \frac{\bar{p} \times C C_{i j}}{T_{i j}} \quad (3 - 4)$$

$$C C C AKO_{i j} = \frac{\bar{p} \times C C_{i j}}{A_{i j} \times D_i} \quad (3 - 5)$$

$$C C C TKO_{i j} = \frac{\bar{p} \times C C_{i j}}{T_{i j} \times D_i} \quad (3 - 6)$$

En las relaciones anteriores,  $A_{i j}$  y  $T_{i j}$  significan el número de asientos o toneladas susceptibles de ser ocupados-vendidos-en vuelos a distancia kilométrica  $D_i$  y realizados por la flota  $F_j$ .

Se han incluido en el Anexo C los gráficos correspondientes a las funciones (3 - 2), ... , (3 - 6). La función (3 - 2) utiliza como única variable explicativa a la distancia, ya que se han aplicado el precio y la función de consumo correspondiente. Sin embargo, el resto de las funciones utilizan como variables explicativas, además de la distancia, el número de asientos o de toneladas según el tipo de expresión de que se trate.

Por ser muy pequeño el valor que tomarían las expresiones (3 - 5) y (3 - 6), se ha realizado un cambio de escala y se han calculado los valores para 100 AKO y 100 TKO respectivamente.

La numeración de los gráficos correspondientes a las funciones de costes de combustible es la siguiente:

$C C C_{i j}$	gráficos : G - 3 - 1 , ... , G - 3 - 6
$C C C A_{i j}$	" : G - 3 - 7 , ... , G - 3 - 12
$C C C T_{i j}$	" : G - 3 - 13 , ... , G - 3 - 18



C C C AKO<sub>i j</sub> gráficos : G - 3 - 19 , ... , G - 3 - 24

C C C TKO<sub>i j</sub> " : G - 3 - 25 , ... , G - 3 - 30

Del análisis de los resultados obtenidos para las distintas flotas y tipos de función, podemos extraer las siguientes conclusiones:

De la función (3 - 3) que nos da el coste por asiento en función de la distancia, se deduce:

- . El coste fijo, independiente de la distancia, varía desde 51,9 ptas. para el DC - 9, hasta 122,5 ptas. para el DC-8/50. Para el resto de las flotas, este coste es tanto mayor cuanto mayor es el número de asientos de que dispone el avión respectivo.

- . El coste marginal, obtenido derivando (3 - 3) respecto a la distancia, es creciente para las flotas B-747, DC-10 y DC-8/50 y decreciente para el resto de los aviones.

En general, para todas las flotas de largo radio se podría considerar el coste marginal como constante.

- . Entre las flotas de corto radio - DC-9 y B-727 - son menores los costes del primero, hasta que dicho avión entra en limitaciones. Las diferencias son en general mínimas y decrecen al aumentar la distancia.

- . Entre las flotas de largo radio, el DC-10/30 tiene, en toda la gama de distancias, los costes menores y el DC-8/50 los mayores. Respecto al DC-8/63 y al B-747, éste último tiene los costes menores a partir de distancias del orden de los 700 Kms. Desde el punto de vista del consumo de combustible, el DC-10/30 resulta tan avanzado que compite ventajosamente con el DC-9 y el B-727 hasta en distancias inferiores a 500 Kms.

De la función (3 - 4), que nos da el coste por tonelada en función de la distancia, se deduce que:

- . La forma de la función, en tanto que los aviones no entren en limitaciones es análoga a (3 - 3). Sin embargo, debido a que en general los aviones de largo radio tienen una configuración en la cual el peso relativo de la oferta de carga es mayor, los resultados para cada avión son sustancialmente distintos de los que se producían en el caso del pasaje.
- . El coste fijo toma el valor menor para el DC-9 y el mayor para el DC-8/50. Este último avión no es competitivo con ninguno de los otros.
- . El B-747 tiene los costes más bajos que ningún otro, en tanto que sus limitaciones no alcanzan cierta entidad, prácticamente sus costes se igualan con los del DC-10 para 7.500 Kms., a partir de esta distancia es cuando este último resulta ventajoso.
- . Entre los aviones de corto y medio radio, el DC-9 supera al B-727, hasta que el primero comienza a tener ciertas limitaciones, hasta los 1.000 kms. resulta clara la ventaja del primero de ellos.
- . El DC-8/63, aunque no puede competir con el B-747 y con el DC-10 en ningún tipo de distancias, ya que éstos son mejores que ningún otro para cualquiera de ellas, supera sin embargo al DC-9 y al B-727 prácticamente para cualquier tipo de distancia en que tiene racionalidad su operación, es decir, distancias no inferiores a 300 Kms.

Para que se aprecie de forma más clara las conclusiones expuestas anteriormente, se recogen en el cuadro C-3-2, que figura a continuación, los resultados que tienen lugar en las distintas flotas, teniendo en cuenta las limitaciones operativas de cada una, para un conjunto de distancias representativo. En estas tablas se incluyen también los resultados que se derivan de aplicar las

expresiones (3 - 5) y (3 - 6), que no son más que simples deducciones que se derivan de las conclusiones ya citadas. Asimismo, se incluye a título de ejemplo, el gráfico: G-3-15, correspondiente a la flota DC-8/63.

Los símbolos correspondientes a cada flota son los siguientes:

$F_1$  : B-747;  $F_2$  : DC-10;  $F_3$  : DC-8/63;  $F_4$  : DC-8/50;  $F_5$  : B-727 y  $F_6$ :DC-9

CUADRO : C - 3 - 2

COSTES DE COMBUSTIBLE - PTAS. -

Concepto Flota      Dist. Kms	C C C A <sub>ij</sub>	C C C T <sub>ij</sub>	C C C AKO <sub>ij</sub> -1000 AKO-	C C C TKO <sub>ij</sub> -1000 TKO-
F 1	230	1.136	460	2.272
F 2	214	1.241	427	2.482
F 3	226	1.720	452	3.440
F 4      500	312	2.177	624	4.354
F 5	232	2.100	464	4.200
F 6	223	1.926	447	3.952
F 1	361	1.783	361	1.783
F 2	342	1.988	342	1.988
F 3	370	2.819	370	2.819
F 4      1.000	503	3.509	503	3.509
F 5	386	3.491	386	3.491
F 6	379	3.265	379	3.265
F 1	493	2.435	329	1.623
F 2	471	2.740	314	1.827
F 3	514	3.918	343	2.612
F 4      1.500	696	4.852	464	3.235
F 5	522	4.725	348	3.150
F 6	518	5.174	345	3.450

CUADRO : C - 3 - 2 Continuación

Concepto		C C C A <sub>ij</sub>	C C C T <sub>ij</sub>	C C C AKO <sub>ij</sub>	C C C TKO <sub>ij</sub>
Flota	Distancia Kms.			-1000 AKO-	-1000 TKO-
F 1	2.500	760	3.753	304	1.501
F 2		733	4.260	293	1.704
F 3		802	6.112	321	2.445
F 4		890	7.570	434	3.028
F 5		743	7.177	297	2.871
F 6		-	-	-	-
F 1	4.000	1.168	5.767	292	1.442
F 2		1.132	6.583	283	1.646
F 3		1.234	9.398	308	2.350
F 4		1.682	11.725	420	2.931
F 5		-	-	-	-
F 6		-	-	-	-
F 1	6.000	1.726	8.520	287	1.420
F 2		1.679	9.758	280	1.626
F 3		1.807	15.607	301	2.601
F 4		2.498	17.411	416	2.902
F 5		-	-	-	-
F 6		-	-	-	-
F 1	8.000	2.299	18.711	287	2.339
F 2		2.241	17.831	280	2.229
F 3		4.157	45.149	520	5.644
F 4		7.090	-	886	-
F 5		-	-	-	-
F 6		-	-	-	-

PESETAS

DC-B-63

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COST_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$\hat{b}_0 = 1,693145339$  (04)  
 $\hat{b}_1 = 6,007863645$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -4,131994122$  (-05)

50000

40000

30000

20000

10000

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

En el epígrafe 2.3. se estudió la utilización susceptible de ser alcanzada por un avión, en función de la etapa-en tiempo bloque. Dicho estudio permitía calcular, bajo el supuesto de una disponibilidad de horas-anuales o diarias-para operar, las necesidades de flota para realizar un programa de vuelos.

Entre las consideraciones realizadas sobre la utilización se mencionó el hecho de que, en general, aquella era creciente con el tamaño de la flota. Este aspecto será considerado en el Anexo A, en el cual se analizan las utilizaciones reales de un conjunto de compañías para llegar a la determinación de los índices de utilización por flotas y compañías.

Sin embargo, en este epígrafe se trata de imputar a cada etapa el coste correspondiente a la amortización, por lo cual parece más correcto no considerar el efecto del tamaño de la flota, ya que su consideración, salvo que supusiésemos tamaños iguales de flota, implicaría una ponderación arbitraria.

Dado que en el Anexo A, capítulo 7, se hacen las consideraciones pertinentes sobre la especificación de cada modelo y su consiguiente utilidad a nuestros efectos, tomaremos para este epígrafe los resultados de dichas estimaciones como un dato a utilizar para el cálculo de los costes, sin entrar aquí en la discusión de los resultados.

Otro aspecto fundamental en la amortización, es el precio del equipo correspondiente. En este sentido, se manejan en general términos no muy precisos al hablar de precios. En primer lugar está el precio base, el cual se podría definir como el correspondiente a un avión "standard", con sus motores instalados, sin mejoras opcionales, tal como es ofrecido por la casa constructora en el momento de los contactos con el posible comprador y a los precios vigentes. En dicho precio base están incluidos, en algunos casos, unas previsiones de "escalación" en el precio de los materiales y mano de obra, hasta el momento de la entrega de los aviones.

Durante la fase de negociación del contrato, el comprador puede seleccionar algunas mejoras opcionales que desee incluir desde un principio, como mejora del avión "standard"; el valor de estas mejoras sumadas al precio base da lugar a lo que se denomina precio básico. Posteriormente a la firma del contrato, es frecuente que se verifiquen una serie de modificaciones opcionales de cierta importancia "master changes", las cuales pueden llegar a tener un peso importante en el valor del avión. Así por ejemplo, los cambios principales realizados por la compañía Iberia, en sus aviones B-747, ascendieron a un valor del orden de 700.000 \$ por unidad para un precio básico de 19 millones de \$ por avión<sup>3</sup>. A las partidas anteriores hay que añadir los equipos de butacas, cocinas, contenedores, etc.; cuyo montante por avión es, en general, del orden del 5% al 7% del precio básico. Por último, habría que incluir el valor de todos los equipos rotables y reparables, que lleva anejo en media cada avión. En este capítulo se incluyen los motores adicionales y los sistemas que periódicamente sustituyen a los instalados originalmente en el avión. En este sentido, el sistema de costes de OACI<sup>4</sup>, la partida 7 - 1 del Estado de Pérdidas y Ganancias incluye la depreciación normal del material de vuelo que se definió como tal en la partida 4 del Balance. La definición del Material de Vuelo se deduce de los bienes incluidos en esa partida: a) el coste de las aeronaves, junto con la instalación inicial de todos los instrumentos, pertenencias, piezas, accesorios fijos y equipo vario de vuelo que contengan; b) el coste de los motores de las aeronaves, de su equipo de radio y de sus hélices; c) el coste de las piezas de repuesto, accesorios y secciones cuya duración sea relativa con respecto a la del material volante para el cual se destinen.

Con arreglo a informaciones internas de IBERIA, contrastadas con datos in-

---

3.- IBERIA: "Precios Base y Básico de los Aviones B-747 y B-747-B". Dirección Servicio Estudios de la Presidencia. Octubre 1.969.

4.- OACI : Compendio Estadístico nº 180. Datos Financieros (1.972) pág. 27 y s.s.

ternacionales<sup>5</sup> y teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se han fijado los siguientes precios unitarios por avión, referidos al año 1.974.

Cuadro C - 3 - 3

<u>Tipo de Flota</u>	<u>Precio-millones de ptas.-</u>
DC - 9	366,7
B-727	532,0
DC-8/50	819,6
DC-8/63	951,1
DC-10	1.517,5
B-747	1.932,4

En los precios fijados, se ha incluido, como rotables y reparables, un 33% del valor de la flota; se ha aplicado el mismo porcentaje por avión, porque en otro caso resultarían penalizadas las flotas con menor número de aviones. El valor incluido por dicho concepto representa en media el que corresponde a una compañía con una estructura de flotas similar a la de Iberia.

Por lo que se refiere a los sistemas de amortización, los más frecuentes, consideran tipos de amortización anual fijos. Así el sistema ATA<sup>6</sup> sugiere un tipo fijo de amortización, el que se deduce de considerar 12 años y 15 años de vida útil, según se trate de reactores sub-sónicos o super-sónicos y un valor residual nulo en ambos casos. Por otra parte, dicho método especifica que en el coste del avión se incluyen motores y todo tipo de repuestos.

---

5.- FLIGHT INTERNATIONAL. "Airliner prices index". Octubre 1.974. Pág 590 y s.s.

6.- ATA : AIR TRANSPORT ASSOCIATION of America "Standard Method of Estimating y Comparative Direct Operating Cost of Turbine Powered Transport Airplanes". Diciembre 1.967.



Asimismo, el método de estimación de costes SBAC - Sociedad Británica de Constructores de Aviones - según señala STRATFORD<sup>7</sup>, sugiere un sistema de amortización anual fijo, con un 10% de valor residual, incluyendo como valor del equipo al conjunto total: avión, motores y repuesto. En este caso no se hace ninguna hipótesis sobre la vida útil del equipo.

Con relación a este tema, FERNANDEZ PIRLA<sup>8</sup>, al hablar de la duración más económica de los equipos, afirma lo siguiente: "El problema es muy complejo, ya que se implica en él a los sistemas de amortización. De ordinario, el sistema de amortización se establece en relación con la vida útil, definida desde un punto de vista estrictamente técnico, del equipo industrial; pero no se omite el problema de la obsolescencia o envejecimiento económico, que puede mo modificar sustancialmente el sistema de amortización elaborado con un criterio es trictamente técnico". Evidentemente, el problema de la obsolescencia es el que, desde el punto de vista de la amortización, tiene mayor transcendencia.

En el transporte aéreo, por las razones de seguridad apuntadas anteriormente, los sistemas de mantenimiento dan lugar a que la vida útil de los aviones, desde el punto de vista técnico, sea notablemente superior a la prevista en los planes de amortización. Este hecho se debe a que en un sector económico, como ocurre en éste, que utiliza equipos de tecnología muy avanza da, los cambios se producen con tal rapidez que la obsolescencia se convierte en la variable principal para definir los sistemas de amortización técnica.

El ejemplo que cita FERNANDEZ PIRLA<sup>9</sup>, las compañías de autobuses importantes, que venden equipos en perfectas condiciones a compañías que atienden líneas de categoría inferior, se produce frecuentemente en el transporte aéreo, en el cual las grandes compañías de bandera venden a las compañías de vuelos a la demanda, aviones en perfecto estado de funcionamiento. Este hecho

---

7.- STRATFORD, A.H. (1.973). Op. citada. Pág. 86 y s.s.

8.- FERNANDEZ PIRLA, J.M. "ECONOMIA DE LA EMPRESA". Madrid.(1.964).Pág.180 y s.s.

9.- FERNANDEZ PIRLA, J.M. (1.964). Op. citada. Pág. 190.

tiene lugar fundamentalmente cuando surgen nuevos modelos en el mercado con características tecnológicas o económicas muy avanzadas respecto a los equipos existentes hasta ese momento.

Desde este punto de vista, resulta bastante lógico que los sistemas de amortización recogiesen las expectativas de obsolescencia tecnológica o de mercado, a través de una fórmula en la cual, por ejemplo, se tuviese en cuenta el número de años que dicho avión lleva operando en el mercado; en general, cuanto mayor fuese dicho período, mayor debería ser el tipo de amortización a aplicar.

El criterio adoptado en nuestro caso, respecto al sistema de amortización técnica, consiste en aplicar un valor constante anual - 10% - con un valor residual nulo. La razón fundamental de considerar un valor residual nulo, cuando de hecho en la práctica no se produce, se deriva del hecho de que con la información existente, sobre la vida media en el mercado de las flotas de la mayoría de las compañías, parece más plausible dicho valor unido a la consideración de diez años de vida útil que no cualquier otro. En la práctica, el hecho de que muchas compañías realicen amortizaciones a tipos más bajos, se deriva más de la propia estructura financiera que de las razones económicas propiamente dichas. Otra razón para adoptar dicho criterio es la que se deriva de la sencillez del mismo.

Una vez definidos los precios de los equipos, el sistema de amortización y la utilización teórica anual, vamos a denominar :

$T_{B_{ij}}$  : tiempo bloque - vuelo más rodaje - imputable a un vuelo de la flota  $F_j$  sobre una distancia kilométrica  $D_i$ .

$T_{E_j}$  : tiempo de escala, por vuelo, para la flota  $F_j$ .

$\hat{HDA}$  : número de horas anuales estimadas como disponibles para operar por cada avión.

$V_j$  : valor de un avión de la flota  $F_j$  tal como fue definido anteriormente.

$n$  : número de años en que se considera que un avión debe ser amortizado bajo el supuesto de anualidad constante y valor residual nulo. En nuestro caso se ha considerado  $n = 10$ .

$A_{i j}$  : número de asientos susceptibles de ser ocupados en un vuelo de distancia  $D_i$  a realizar por la flota  $F_j$ .

$T_{i j}$  : número de toneladas, pasaje más mercancía y correo, susceptibles de ser transportadas en un vuelo de distancia  $D_i$  a realizar por la flota  $F_j$ .

$C A D_{i j}$  : coste de amortización imputable a un vuelo de distancia  $D_i$  y a realizar por la flota  $F_j$ .

$C A A_{i j}$  : coste de amortización imputable por asiento en vuelos de distancia  $D_i$  y de la flota  $F_j$ .

$C A A K O_{i j}$  : coste de amortización, por asiento-km ofrecido, en vuelos a distancia  $D_i$  y a realizar por la flota  $F_j$ .

$C A T K O_{i j}$  : coste de amortización, por tonelada-km ofrecida, en vuelos a distancia  $D_i$  y a realizar por la flota  $F_j$ .

Las relaciones que se pueden establecer, en función de las definiciones anteriores son las siguientes:

$$C A D_{i j} = \frac{1}{H \hat{D} A} \cdot \frac{V_j}{n} \cdot \frac{T B_{i j}}{T B_{i j} + T E_j} \quad (3 - 7)$$

$$C A A_{i j} = \frac{1}{H \hat{D} A} \cdot \frac{V_j}{n} \cdot \frac{1}{A_{i j}} \cdot \frac{T B_{i j}}{T B_{i j} + T E_j} \quad (3 - 8)$$

$$C A T_{i j} = \frac{1}{H \hat{D} A} \cdot \frac{V_j}{n} \cdot \frac{1}{T_{i j}} \cdot \frac{T B_{i j}}{T B_{i j} + T E_j} \quad (3 - 9)$$

$$C A AKO_{ij} = \frac{1}{H \hat{D} A} \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{A_{ij} D_i} \cdot \frac{1}{T B_{ij} + T E_j} \quad (3 - 10)$$

$$C A TKO_{ij} = \frac{1}{H \hat{D} A} \cdot \frac{V_j}{n} \cdot \frac{1}{T_{ij} D_i} \cdot \frac{T B_{ij}}{T B_{ij} + T E_j} \quad (3 - 11)$$

Si en las relaciones (3 - 7), ... , (3 - 11) se sustituye el tiempo bloque -  $T B_{ij}$  - por la expresión de él en función de la distancia, es decir:

$$T B_{ij} = T R_j + T V_{ij} = T R_j + f_j (D_i) \quad (3 - 12)$$

podríamos expresar los costes de amortización como una función de la distancia ortodrómica del vuelo.

Las funciones que se derivan de sustituir en (3 - 7), ... , (3 - 11) los valores de  $V_j$ ,  $n$ ,  $H \hat{D} A$ , las funciones de tiempo de vuelo, estimadas en 2-1 y la carga de pago y pasaje que figuran en el cuadro C - 2 - 1, se expresan explícitamente en los gráficos de costes de amortización incluidos en el Anexo C.

La numeración de los gráficos es la siguiente:

$C A D_{ij}$	gráficos	G - 3 - 31 , ... , G - 3 - 36
$C A A_{ij}$	"	G - 3 - 37 , ... , G - 3 - 42
$C A T_{ij}$	"	G - 3 - 43 , ... , G - 3 - 48
$C A AKO_{ij}$	"	G - 3 - 49 , ... , G - 3 - 54
$C A TKO_{ij}$	"	G - 3 - 55 , ... , G - 3 - 60

La función coste de amortización por vuelo en función de la distancia, tiene como única variable explicativa a la distancia, en tanto que el resto de las funciones utilizan como variables explicativas, además de la distancia, el número de asientos o toneladas según corresponda.

Dado el pequeño valor que tomarían los costes de amortización por asiento-Km - C A AKO<sub>ij</sub> - y los correspondientes a la tonelada-Km - C A TKO<sub>ij</sub> -, se ha realizado un cambio de escala y se han expresado los que resultarían para 100 AKO y 100 TKO; así figuran en los gráficos de dichas funciones.

Para que se aprecien de forma clara los resultados que se verifican para las distintas flotas, expresamos a continuación los costes para un conjunto de distancias características. Los símbolos de las flotas se corresponden con los definidos en el epígrafe anterior: Cuadro C - 3 - 2.

A título de ejemplo, incluimos los gráficos: G - 3 - 53 y G - 3 - 58, que reflejan respectivamente el coste para 100 AKO y para 100 TKO de las flotas B - 727 y DC - 8 / 50.

CUADRO : C - 3 - 4

Conceptos Flota      Distancia (Kms)		C A A <sub>ij</sub>	C A T <sub>ij</sub>	C A AKO <sub>ij</sub> (10 <sup>3</sup> AKO)	CATKO <sub>ij</sub> (10 <sup>3</sup> TKO)
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6	500	265	1.307	530	2.614
		257	1.493	514	2.986
		199	1.513	397	3.026
		213	1.481	426	2.962
		134	1.208	268	2.416
		122	1.054	244	2.104
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6	1.000	316	1.559	316	1.559
		311	1.807	311	1.807
		245	1.863	245	1.863
		270	1.880	270	1.880
		172	1.558	172	1.558
		163	1.405	163	1.405
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6	1.500	367	1.809	244	1.206
		365	2.119	243	1.413
		290	2.212	194	1.474
		327	2.277	218	1.518
		207	1.873	138	1.249
		202	2.016	135	1.344
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6	2.500	466	2.302	187	921
		471	2.738	189	1.095
		381	2.905	153	1.162
		440	3.069	176	1.228
		265	2.560	106	1.024
		-	-	-	-

CUADRO : C - 3 - 4. Continuación

Conceptos Flota      Dist.Kms	C A A <sub>ij</sub>	C A T <sub>ij</sub>	C A AKO <sub>ij</sub> (10 <sup>3</sup> AKO)	C A TKO <sub>ij</sub> (10 <sup>3</sup> TKO)
F 1	612	3.023	153	756
F 2	629	3.653	157	913
F 3	517	3.936	129	984
F 4      4.000	610	4.252	152	1.063
F 5	-	-	129	-
F 6	-	-	-	-
F 1	801	3.952	133	659
F 2	834	4.848	139	808
F 3      6.000	694	5.998	116	1.000
F 4	835	5.818	139	970
F 5	-	-	-	-
F 6	-	-	-	-
F 1	981	7.984	123	998
F 2	1.035	8.233	129	1.029
F 3      8.000	1.519	16.500	190	2.062
F 4	2.247	10.452	281	1.306
F 5	-	-	-	-
F 6	-	-	-	-



PESETAS

BOEING-727

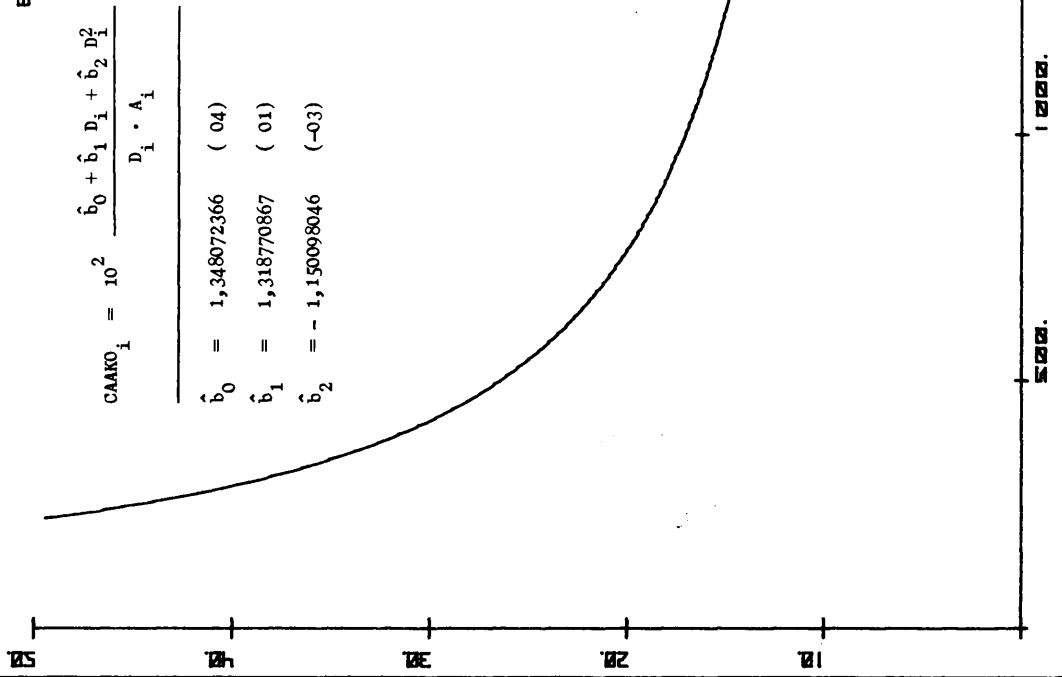
COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 A.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 1,348072366 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,318770867 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,150098046 \quad (-.03)$$



DISTANCIA  
(KMS)



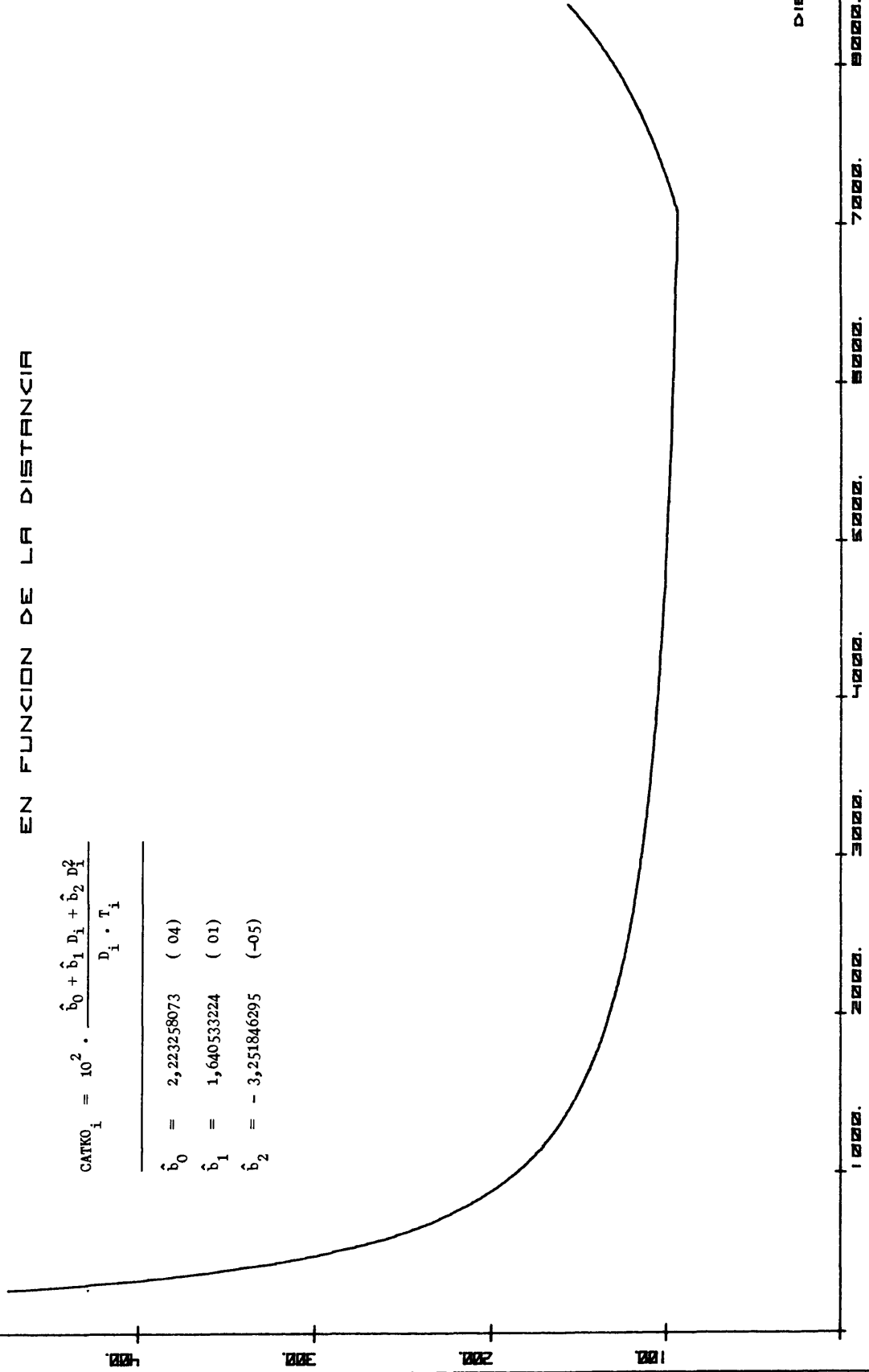
PESETAS

DC-8-50

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CATKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$\hat{b}_0$	=	2,223258073	( 04)
$\hat{b}_1$	=	1,640533224	( 01)
$\hat{b}_2$	=	- 3,251846295	(-05)



Respecto a la función deducida de (3-8), destacan los siguientes resultados:

. El coste fijo es menor cuanto menor es la capacidad del avión, en número de asientos, con la única excepción del DC-8/50, para el cual, dicho valor es mayor que para el DC-8/63. En todos los casos el valor que alcanza es, en términos relativos, muy alto como lo prueba el hecho de que es mayor o igual que el coste variable en distancias comprendidas en las siguientes gamas:

<u>Flotas</u>	<u>Distancia en Km.</u>
B - 747	0 - 2.099
DC - 10/30	0 - 1.878
DC - 8/63	0 - 1.659
DC - 8/50	0 - 1.359
B - 727/200	0 - 1.134
DC - 9/30	0 - 929

Tal como se aprecia en el cuadro C - 3 - 4, los aviones con costes más bajos son, hasta que entran en limitaciones de cierta entidad, DC-9, B-727 y DC-8/63, siendo notables las diferencias en favor de los dos primeros respecto a todos los demás.

. Los costes variables son crecientes en todos los casos, pero con crecimientos menores que proporcionales, al ser la derivada de aquellos respecto a la distancia una función decreciente.

Por lo que se refiere a la función deducida de (3 - 9), que determina el coste por tonelada en función de la distancia del vuelo, los aspectos más destacables son los siguientes:

. No se verifica con tanta generalidad que el coste fijo sea tanto menor cuanto menor sea la capacidad del avión, pues aunque el menor valor resulta para el DC-9, el B-747 lo tiene inferior al DC-10, al DC-8/63 y al DC-8/50.

. Para distancias cortas, los aviones más económicos son el DC-9 y el

B-727, aunque a partir de 1.000 Kms., el B-747 se iguala prácticamente con el segundo de aquellos. A partir de una distancia del orden de 1.200 Km, este avión resulta el más económico de todos.

. En distancias largas, del orden de 6.000 Kms, se aprecia claramente la ventaja de los aviones modernos B-747 y DC-10 frente a la gama DC-8. Esto no era apreciable a nivel de pasaje, debido a que la característica fundamental de aquellos no es simplemente una mayor capacidad, sino un aumento notablemente superior de la capacidad de bodegas respecto al del número de plazas, tal como se puede apreciar en las características de cada flota.

En cuanto a las funciones que se deducen de (3 - 10) y (3 - 11), se puede afirmar que la variación que se aprecia entre los valores concretos de las mismas, para distintas distancias, es más bien función de la importancia que tiene la componente fija media que de la variabilidad de los costes variables medios. Si los costes totales tuviesen una forma lineal, toda la variación de los costes totales medios vendría explicada por la componente fija, al resultar en ese caso los costes variables medios constantes. Como en nuestro caso los costes variables se aproximan a una recta, dado el pequeño valor que toma  $\hat{b}_2$  en todos los casos, la variación de los costes variables medios totales es prácticamente debida a la componente fija más que a la variable.

### 3.3. COSTES DE TRIPULACIONES - TECNICAS Y AUXILIARES -

En este epígrafe se van a estudiar simultáneamente las dos categorías existentes de tripulantes. La razón radica en que el sistema de remuneraciones - IV Convenio Colectivo Sindical del Personal de Vuelo - responde a las mismas características.

Los conceptos retributivos a percibir por los tripulantes son de cuatro tipos:

- a) Retribuciones fijas
  - 1 - Sueldo base
  - 2 - Premio de antigüedad
  - 3 - Coeficiente de programación
  - 4 - Gratificaciones extraordinarias
  - 5 - Gratificación por cierre de ejercicio
- b) Retribuciones variables
  - 1 - Prima de vuelo incentivada
- c) Otras percepciones económicas
  - 1 - Dietas
  - 2 - Gratificación de destacamento, residencia o destino
  - 3 - Comisión de ventas a bordo para Auxiliares de Vuelo
- d) Protección a la familia

A efectos de los costes, se han incluido como conceptos retributivos los siguientes:

- a) Todas las remuneraciones fijas
- b) Prima de vuelo incentivada
- c) Dietas

La partida C-2 no se ha incluido debido a que se trata de estimar el coste de un vuelo en función de la distancia del mismo y no de los puntos que une el mismo, es decir, los vuelos con igual distancia y el mismo tipo de avión se definen como si tuviesen el mismo coste.

En cuanto a la partida C-3, su no inclusión se debe al hecho de que dicho coste se debe de contemplar en el sentido de un menor ingreso más que en el de un coste propiamente dicho. Por último, la partida de protección a la familia

es un coste de la Seguridad Social y no de la Empresa. Si se ha incluido como coste, utilizando el mismo razonamiento anterior, pero "a sensu contrario", el coste de Seguridad Social y Atenciones Sociales que la Empresa paga al Instituto Nacional de Previsión o a las Mutualidades, y que representa una cifra del orden del 28% de partidas fijas, Sueldo y Trienios.

Para la determinación de las distintas partidas del coste se ha analizado para cada flota la distribución, que dentro de las distintas categorías de tripulantes, existe de niveles económicos y de número de años de servicio. De esta forma se determinó el nivel medio remunerativo de cada grupo laboral de los que integran una flota.

Lo expuesto anteriormente es válido para determinar las remuneraciones fijas y los precios por hora de la partida Prima de Vuelo Incentivada. Esta última es la más característica de las remuneraciones y la que tiene más importancia de todas.

La forma de retribuir por el concepto de Prima Horaria o Prima de Vuelo Incentivada, es la siguiente: cada tramo tiene asignado, para cada tipo de flota, un tiempo bloque baremo que viene a coincidir, generalmente, con el tiempo de vuelo medio más el rodaje medio. El nivel de actividad de vuelo de un tripulante en un mes viene definido por la suma de horas bloque baremo realizadas en dicho periodo. Esta actividad es, en general, la que define el montante de su prima horaria; sin embargo, también se le computan las horas de actividad laboral, las cuales están formadas por la actividad aérea (presentación y despacho, vuelo y escalas) y por la actividad en tierra (imaginarias, retenes, incidencias, etc.); al valorar el conjunto de las horas de actividad laboral realizadas puede ocurrir que sea superior a la que correspondía por la actividad de vuelo, en cuyo caso cobraría por aquel concepto.

Al resumir lo expuesto anteriormente, se llega a la conclusión de que por el concepto de Prima Horaria se puede cobrar de tres formas: a) suponiendo que la actividad de vuelo y la laboral sean inferiores a la garantía (mínimo a per

cibir, excepto en casos de enfermedades cortas) se percibe esta última; b) si la actividad de vuelo valorada es superior a la laboral y a la garantía se cobra aquella y c) si el valor de la actividad laboral es superior a la de vuelo y a la garantía, aquel valor es el que se percibe.

A efectos de valoración de la actividad de vuelo, que es la más característica, y por la que cobran la mayoría de las tripulaciones, hay que tener en cuenta los siguientes factores que influyen en dicha remuneración:

- 1.- Los precios por hora son progresivos, en función del bloque al que pertenezcan. Los bloques existentes son:

1º	0 - 56 horas
2º	56 - 65 "
3º	mayor de 65 "

- 2.- Existe una garantía, complemento a 3 horas, para aquellos días de vuelo en que no se alcance dicho nivel. Es decir, por cada día de vuelo se devenga como mínimo el montante económico correspondiente a 3 horas de vuelo.

- 3.- Las horas nocturnas están primadas con un 7%, es decir, cada hora se computa como 107 centésimas de hora.

- 4.- Por cada día fuera de la base se computa el equivalente a 2 horas del primer bloque.

A efectos de la valoración de la prima horaria, en función de la actividad realizada, no se tienen en cuenta las partidas 2, 3 y 4, debido a que no se trata, en este caso, de valorar un programa real con sus horarios concretos y sus posibilidades de programación, sino de imputar a cada tramo el coste del mismo que se deduce de su distancia. A efectos de incluir las partidas 2, 3 y 4, a nivel global, habría que estimar a partir de programaciones concretas cuales son los montantes que alcanzarían tales conceptos, para posteriormente imputarlos proporcionalmente al concepto principal estimado e incluido en este trabajo. En cualquier

caso conviene aclarar que, a nivel de conjunto de flotas, dichos conceptos representan conjuntamente una cifra que no alcanza el 5% del total de la Prima Horaria.

La rúbrica de dietas, de cierta significación dentro de los costes, se ha estimado a partir de los días de vuelo a que da lugar la ejecución, por un tripulante, del número máximo de horas de vuelo mensuales susceptibles de realizar según el tipo de etapa.

En los cuadros C - 3 - 5 y C - 3 - 6 que figuran a continuación, se expresan los distintos conceptos de costes y su valoración, a efectos de estimar las funciones respectivas.

**COSTES DE LA TRIPULACION TECNICA**

(Miles de Ptas/mes)

**CUADRO C - 3 - 5**

Flota	B - 747	DC - 10	DC - 8/63	DC - 8/52	B - 727	DC - 9
Concepto						
TRIPULACION	1 Comand.	1 Comand.	1 Comand.	1 Comand.	1 Comand.	1 Com.
TIPICA	1 Segundo	1 Segundo	1 Segundo	1 Segundo	1 Segundo	1 Seg.
	1 O.T.M.V	1 O.T.M.V	1 O.T.M.V	1 O.T.M.V	1 O.T.M.V	1 M.V.
Remuneraciones F.	139.718	133.438	126.759	126.759	120.260	85.364
P. Horario Garan.	260.224	247.608	206.264	206.264	176.776	114.076
Dietas <sup>10</sup>	2.010	2.010	2.010	2.010	2.010	1.370
Pagas Extraordin.	99.661	94.975	83.313	83.313	74.540	50.200
Seguridad Social	27.982	26.223	24.023	24.023	22.039	14.640
TOTAL(Excepto Dietas)	527.585	502.244	440.359	440.359	393.615	264.280
Precios por h/vuelo						
1 <sup>er</sup> B. 0-56	3.424	3.258	2.714	2.714	2.326	1.501
2 <sup>o</sup> B. 56-65	4.109	3.909	3.257	3.257	2.791	1.801
3 <sup>er</sup> B. 65---	5.650	5.376	4.478	4.478	3.838	2.477
Precio h/act.lab.						
1 <sup>er</sup> B. 0-160	1.434	1.364	1.136	1.136	974	629
2 <sup>o</sup> B. 160-180	1.850	1.850	1.466	1.466	1.256	811
3 <sup>er</sup> B. 180-190	2.545	2.422	2.017	2.017	1.729	1.116

10.- En el caso de las dietas se ha fijado la cantidad estimada como coste por cada dia de vuelo; no es posible hablar de nivel mensual, porque habría que fijar previamente un número de dias de vuelo y esto, como ya se ha dicho, depende del tipo de tramo a volar.



## COSTES DE LA TRIPULACION AUXILIAR

(Miles de Ptas/mes)

Cuadro C - 3 - 6

Flota Concepto	B - 747	DC - 10	DC-8/63	DC-8/50	B-727	DC - 9
TRIPULACION TIPICA (Nº de Auxiliares)	15	10	9	6	6	4
Remuneraciones Fijas	204.788	134.656	116.561	92.869	79.602	47.088
P.Horaria Garantizada	506.955	307.470	235.557	183.211	157.038	49.800
Dietas <sup>11</sup>	9.150	6.100	5.490	4.270	3.660	2.440
Pagas Extraordinarias	159.945	98.650	78.570	61.110	52.380	21.060
Seguridad S. Y Aten S.	57.340	37.704	32.637	26.003	22.289	13.185
TOTAL(excepto dietas)	929.028	578.480	463.325	367.463	311.309	131.133
Precios por H/Vuelo						
1 <sup>er</sup> B.- 0 - 56	6.670	4.046	3.099	2.411	2.480	655
2 <sup>a</sup> B.-56 - 65	8.004	4.855	3.719	2.893	2.067	786
3 <sup>er</sup> B.-65 - -	11.006	6.675	5.114	3.978	3.410	1.081
Precios H/Act.Lab.						
1 <sup>er</sup> B.- 0 -160	2.793	1.694	1.298	1.009	865	274
2 <sup>a</sup> B.- 160 -180	3.603	2.186	1.674	1.302	1.116	354
3 <sup>er</sup> B.- 180 -190	4.958	3.007	2.304	1.792	857	487

11.- También es válido, en este caso, lo expresado en la nota 10.

te:

- a) Determinación del nivel de actividad de vuelo - medido en horas bloque - y de la actividad aérea - medido en horas de actividad laboral-, susceptibles de alcanzar mensualmente o anualmente, sobre cada tipo de vuelo.

Este punto se obtiene simultáneamente con la estimación de necesida  
des de tripulaciones, realizada en el epígrafe 2-4.

- b) Valoración de dichas actividades y de la garantía mensual para tomar la mayor de las tres. Este proceso se realiza aplicando los valores que figuran en los cuadros C - 3 - 5 y C - 3 - 6 a las actividades es  
timadas en el apartado anterior.
- c) Estimación concreta de la función de coste por vuelo, para cada zona y cada flota, en función de la valoración realizada en el apartado ante  
rior.

Hay que tener en cuenta que, cuando se estimó en el epígrafe 2-4 el núme  
ro de tripulaciones necesarias para un vuelo, así como la actividad aérea y de vuelo que podía realizar una tripulación a nivel mensual, estaban implícitos dos hechos: a) no se tenían en cuenta los tripulantes en situación de vacaciones; b) no se consideraban más actividades que las de vuelo propiamente dicho.

En consecuencia y para tener en cuenta dichos aspectos, habrá que corre-  
gir el número de tripulaciones necesarias, o bien el coste, aplicando: a) el factor correspondiente a las vacaciones, es decir, doce onceavos, ya que por cada once tripulaciones en actividad, una tripulación está de vacaciones; b) el factor que recoja la relación que en promedio existe entre la plantilla real de una flota y la plantilla teórica mínima que se deriva de una aplica -  
ción estricta del convenio vigente. Es decir, considerar el efecto que tienen

en la plantilla y consecuentemente en los costes, la existencia de cursos de calificación de tipo y refresco, imaginarias para garantizar la ejecución de los vuelos, inspecciones para garantizar la calidad y seguridad del servicio, etc.

Para estimar el valor de dicho factor, se ha realizado un ajuste<sup>12</sup> entre plantillas medias a nivel real y plantillas teóricas mínimas; el resultado obtenido fue:

$$\hat{K} = 1,1514$$

Con lo expuesto anteriormente, hemos llegado a la forma de estimar con precios reales el coste de tripulaciones, técnicas o auxiliares, imputable a un vuelo de distancia  $D_i$  a realizar por la flota  $F_j$ .

Sin embargo, si lo que se desea es obtener una función que exprese, a nivel internacional, el montante de dichos costes, es necesario aplicar un nuevo factor corrector que, en cierta medida, corrija las diferencias salariales que se producen en los distintos países. Este hecho se ha recogido diseñando unos índices de salarios, para tripulaciones técnicas y para tripulaciones auxiliares, que expresen la relación entre los salarios, por hora bloque, a nivel internacional y los de Iberia.

Vamos a representar por:

$S_k$  : Salario medio anual por piloto en la compañía k-ésima

$S_{I B}$  : Salario medio anual por piloto en la compañía Iberia.

$S'_k$  : Salario medio anual por auxiliar en la compañía k-ésima.

---

12.- El valor  $\hat{K} = 1,1514$  lo estimé para un informe interno de la Compañía IBERIA sobre necesidades de pilotos; a partir de una muestra de 23 observaciones de programas de vuelo y plantillas reales de las flotas de dicha compañía en el período 1.969/1.973.

- $S_{IB}$  : Salario medio anual por auxiliar en la compañía Iberia.
- $P_k$  : Plantilla media anual por piloto en la compañía k-ésima.
- $P_{IB}$  : Plantilla media anual de pilotos en la compañía k-ésima.
- $A_k$  : Plantilla media anual de pilotos en la compañía Iberia.
- $A_{IB}$  : Plantilla media anual de auxiliares de la compañía k-ésima.
- $H_{j k}$  : Horas bloque realizadas en el año por la flota j-ésima de la compañía k-ésima.
- $H_{j IB}$  : Horas bloque realizadas en el año por la flota j-ésima de la compañía Iberia.
- $H_k$  : Horas bloque realizadas por el conjunto de las flotas -  $F_j$  - pertenecientes a la compañía k-ésima.
- $H_{IB}$  : Horas bloque realizadas por el conjunto de las flotas -  $F_j$  - pertenecientes a la compañía Iberia.
- $T_{j k}$  : Capacidad - tomando como módulo 25 asientos - del avión medio de la flota j-ésima de la compañía k-ésima.
- $T_{j IB}$  : Capacidad - tomando como módulo 25 asientos - del avión medio de la flota j-ésima de la compañía Iberia.
- $I S_P$  : Índice de Salarios - por hora - de los pilotos, a nivel internacional, con relación al existente para los pilotos de Iberia.

$I S_A$  : índice de salarios - por hora - de los auxiliares, a nivel internacional, con relación al de los auxiliares de Iberia.

Con arreglo a las definiciones anteriores, podremos expresar las siguientes relaciones:

$$I S_P = \frac{\sum_{k=1}^m S_k \times P_k}{\sum_{k=1}^m H_k} : \frac{S_{IB} \times P_{IB}}{H_{IB}} \quad (3 - 13)$$

$$I S_A = \frac{\sum_{k=1}^m S'_k \times A_k}{\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^h H_{jk} \times T_{jk}} : \frac{S'_{IB} \times A_{IB}}{\sum_{j=1}^h H_{j IB} \times T_{j IB}} \quad (3 - 14)$$

En función de la terminología utilizada, el numerador de (3 - 13) expresa el salario medio que por hora de avión corresponde a los pilotos - en general dos para todos los tipos de avión y en todas las compañías - y el denominador expresa el mismo valor para Iberia. En consecuencia, (3 - 13) nos da el valor por el que hay que multiplicar los costes de tripulaciones técnicas de Iberia para obtener unos costes a nivel internacional, aunque evidentemente admitiendo una estructura de pago análoga a la de la compañía española.

En el caso de las tripulaciones auxiliares, el problema es ligeramente más complejo, ya que el número de auxiliares es, en gran medida, dependiente del número de asientos que tengan las flotas. En nuestro caso se ha admitido, a partir de la experiencia de Iberia, que el número de auxiliares que sirven un vuelo es igual a la capacidad del avión en dicho vuelo dividido por 25.

De esta forma, el significado del numerador de (3 - 14) es el siguiente: salario medio que por auxiliar y hora de avión se cobra en el conjunto de las compañías, supuesto que dimensionen las programaciones de tal forma que a cada auxiliar le correspondan 25 asientos. Análogamente, el denominador significa lo mismo, pero para Iberia. En cualquier caso, y aunque la hipótesis de que cada

auxiliar cubra el servicio de 25 asientos no se cumpliera, el índice tendría el mismo significado y tomaría el mismo valor. En efecto es fácil ver que el numerador y el denominador quedarían afectados por la misma constante.

Los valores que resultan para (3 - 13) y (3 - 14) son: 1,9198 y 1,1093 respectivamente<sup>13</sup>.

Del valor que toman los índices de salarios por hora para tripulantes técnicos y auxiliares se deduce que estos últimos tienen unos niveles más próximos al contexto internacional que el que resulta para los primeros. Si este análisis se realizase en vez de a nivel de costes horarios a nivel de costes anuales, las diferencias serían menores, ya que mientras en IBERIA el nivel de actividad de ambos tipos de tripulantes es similar, en el contexto internacional es superior el nivel de actividad de las tripulaciones auxiliares que el de las técnicas<sup>14</sup>.

Para obtener una función única de costes, para cada flota y clase de tripulantes, se ha realizado un ajuste entre los valores de costes que corresponden a cada vuelo y la distancia del mismo.

Es decir, se formulan los siguientes modelos:

$$C_{TTD_i} = b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2 + U_i \quad (3 - 15)$$

$$C_{TAD_i} = b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2 + U_i \quad (3 - 16)$$

El significado de las variables endógenas de (3 - 15) y (3 - 16) es el siguiente:

---

13.- En el Anexo D, cuadro C-3-7, figuran los datos básicos por compañías necesarios para el cálculo de (3 - 13) y (3 - 14).

14.- Ver Anexo B: INDICES DE ACTIVIDAD DE TRIPULACIONES.

$C T T D_i$  = el coste que por tripulación técnica corresponde a un vuelo de distancia  $D_i$  kilómetros.

$C T A D_i$  = el coste que por el concepto de tripulaciones auxiliares corresponde a un vuelo de distancia  $D_i$  kilómetros.

Las estimaciones que para cada flota resultan de las funciones (3 - 15) y (3 - 16) figuran a continuación en los cuadros: C-3-8 , ... , C-3-19.

CUADRO: C-3-8

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION TECNICA

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	1,213336798 ( 04)
$\hat{b}_1 =$	2,170986727 ( 01)
$\hat{b}_2 =$	- 3,495576883 (-05)
$\hat{s}^2 =$	2,276815412 ( 06)

MATRIZ VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	1,322253363 ( 04)	- 5,623194267 ( 00)	4,988244118 (-04)
-	5,623194267 ( 00)	3,053072622 (-03)	- 3,002898669 (-07)
	4,988244113 (-04)	- 3,002898669 (-07)	3,134549760 (-11)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE :			
$r_{y1}^2 =$	9,992778125 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,397686829 (-01)
$r_{y1 \cdot 2}^2 =$	9,882593165 (-01)	$r_{y2 \cdot 1}^2 =$	2,081269024 (-02)

$$\hat{TV}_1 = \frac{1,213336798 (04)}{1,149892762 (02)} + \frac{2,170986727 (01)}{5,525461630 (-02)} - \frac{3,495576883 (-05)}{5,598704993 (-06)} = \frac{D_1}{Sb_1} = \frac{D_1^2}{Sb_2}$$

Tamaño de la Muestra: n = 1.837



FLOTA : DC - 10/30

CUADRO:C-3-9

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION TECNICA

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	1,002542831 ( 04)
$\hat{b}_1 =$	2,064872106 ( 01)
$\hat{b}_2 =$	7,516664291 (-06)
$\hat{s}^2 =$	1,607296412 ( 06)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	9,257794927 ( 03)	- 3,910135626 (00)	3,444809307 (-04)
	- 3,910135626 ( 00)	2,109018563 (-03)	- 2,060310536 (-07)
	3,444809307 (-04)	- 2,060310536 (-07)	2,136143636 (-11)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r^2_{y1} =$	9,994768949 (-01)	$r^2_{y2} =$	9,426215165 (-01)
$r^2_{y1.2} =$	9,909466032 (-01)	$r^2_{y2} =$	6,948702906 (-03)
		$R^2_{y.12} =$	9,994805302 (-01)

$$\hat{TV}_i = 1,002542831 (04) + 2,064872106 ( 01) D_i + 7,516664291 (-06) D_i^2$$

$$\hat{Sb}_0 = 9,621743567 (01) \hat{Sb}_1 = 4,592405212 (-02) \hat{Sb}_2 = 4,621843394 (-06)$$

Tamaño de la muestra : n = 1.850

CUADRO: C-3-10

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION TECNICA

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	8,687802748 ( 03)
$\hat{b}_1 =$	1,998634007 ( 01)
$\hat{b}_2 =$	3,146155796 (-05)
$\hat{s}^2 =$	6,227171022 ( 05)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	4,154317936 ( 03)	- 1,981001312 ( 00)	1,971056744 (-04)
-	1,981001312 ( 00)	1,200259630 (-03)	- 1,321986221 (-07)
	1,971056744 (-04)	- 1,321986221 (-07)	1,544376428 (-11)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r^2_{y1} =$	9,994768949 (-01)	$r^2_{y2} =$	9,426215165 (-01)
$r^2_{y1.2} =$	9,909466032 (-01)	$r^2_{y2.1} =$	6,948702906 (-03)
		$r^2_{12} =$	9,422247609 (-01)
		$R^2_{y.12} =$	9,997273875 (-01)

$$\hat{TV}_i = \frac{8,687802748}{(03)} + \frac{1,998634007}{(01)} \frac{D_i}{+} \frac{3,146155796}{(-05)} \frac{D_i^2}{D_i}$$

$$\hat{sb}_0 = \frac{6,445399860}{(01)} \frac{\hat{sb}_1}{sb_1} + \frac{3,464476338}{(-02)} \frac{\hat{sb}_2}{sb_2} \frac{(-06)}{(-06)}$$

Tamaño de la Muestra : n= 1.633

CUADRO: C-3-11 ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION TECNICA

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	7,361586262 ( 03)
$\hat{b}_1 =$	2,037675116 ( 01)
$\hat{b}_2 =$	2,415668297 (-05)
$\hat{s}^2 =$	2,922581465 ( 05)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
$1,942665,65$	( 03)	$- 9,236222953$	(-01)
$- 9,236222953$	(-01)	$5,580235522$	(-04)
$9,162546396$	(-05)	$- 6,128168893$	(-08)
		$9,162546396$	(-05)
		$- 6,128168893$	(-08)
		$7,138228186$	(-12)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,998706850 (-01)	$r_{12}^2 =$	9,427976591 (-01)
$r_{y1,2}^2 =$	9,978074766 (-01)	$R_{y,12}^2 =$	9,998768420 (-01)

$$\hat{TV}_i = \frac{7,361586262}{\hat{Sb}_0} + \frac{2,037675116}{\hat{Sb}_1} + \frac{2,415668297}{\hat{Sb}_2} + \frac{D_i^2}{D_i^2}$$

Tamaño de la Muestra : n = 1.638

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	7,613692787 ( 03)
$\hat{b}_1 =$	2,041949058 ( 01)
$\hat{b}_2 =$	- 1,236783845 (-03)
$\hat{s}^2 =$	3,598879491 ( 05)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	6,113001712 ( 03)	- 7,092503996 ( 00)	1,718134865 (-03)
-	7,092503996 ( 00)	1,036543589 (-02)	- 2,771470187 (-06)
	1,718134865 (-03)	- 2,771470187 (-06)	7,851190331 (-10)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,941338944 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,081789531 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,837611560 (-01)	$r_{y2.1}^2 =$	7,458164288 (-01)

$$\hat{TV}_i = \hat{TV}_i + \hat{TV}_i = \hat{TV}_i + \hat{TV}_i$$

$$\hat{Sb}_0 = \hat{Sb}_0 + \hat{Sb}_0 = \hat{Sb}_0 + \hat{Sb}_0$$

Tamaño de la Muestra : n = 667

FLOTA : DC - 9/30

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION TECNICA

CUADRO: C-3-13

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$b_0 =$	5,496233632 ( 03)
$b_1 =$	1,177199344 ( 01)
$b_2 =$	1,070377464 (-03)
$s^2 =$	5,253636391 ( 04)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	2,262481388 ( 03)	- 5,099554717 ( 00)	2,413126649 (-03)
-	5,099554717 ( 00)	1,386291900 (-02)	- 7,133441578 (-06)
	2,413126649 (-03)	- 7,133441578 (-06)	3,866363999 (-09)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r^2_{y1} =$	9,976907584 (-01)	$r^2_{y2} =$	9,617547035 (-01)
$r^2_{y1.2} =$	9,683245300 (-01)	$r^2_{y2.1} =$	4,753958429 (-01)

$$\hat{TV}_1 = 5,496233632 (03) + 1,177199344 (01) D_1 + 1,070377464 (-03) D_1^2$$

$$\hat{sb}_0 = 4,756554833 (01) \hat{sb}_1 + 1,177438977 (-01) \hat{sb}_2 + 6,218009327 (-05)$$

Tamaño de la Muestra : n = 330

CUADRO: C-3-14 ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	1,271079117 ( 04)
$\hat{b}_1 =$	1,778624518 ( 01)
$\hat{b}_2 =$	4,315947191 (-05)
$\hat{s}^2 =$	3,166159727 ( 06)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
1,838737266 ( 04)	- 7,819663875 ( 00)	6,936696559 (-04)	
- 7,819663875 ( 00)	4,245629896 (-03)	- 4,175857550 (-07)	
6,936696559 (-04)	- 4,175857550 (-07)	4,358932726 (-11)	

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,986128681 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,435711400 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,759777802 (-01)	$r_{y2.1}^2 =$	2,277034037 (-02)
		$R_{y.12}^2 =$	9,986444544 (-01)

$$\hat{TV}_i = \frac{1,271079117}{1} (04) + \frac{1,778624518}{1} (01) + \frac{4,315947191}{1} (-05) + \frac{6,936696559}{1} (-04)$$

$$\hat{Sb}_0 = \frac{1,356000467}{1} (02) + \frac{6,515849826}{1} (-02) + \frac{6,602221388}{1} (-06) + \frac{4,358932726}{1} (-11)$$

Tamaño de la Muestra : n = 1.837

FLOTA : DC - 10/30

CUADRO: C-3-15

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	6,771415311 ( 03)
$\hat{b}_1 =$	1,181162027 ( 01)
$\hat{b}_2 =$	3,834034315 (-05)
$\hat{s}^2 =$	9,311562808 ( 05)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	5,363325539 ( 03)	- 2,265261915 ( 00)	1,995684056 (-04)
-	2,265261915 ( 00)	1,221819365 (-03)	- 1,193601306 (-07)
	1,995684056 (-04)	- 1,193601306 (-07)	1,237533755 (-11)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,990657066 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,448522114 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,840820751 (-01)	$r_{y2.1}^2 =$	6,042536925 (-02)

$$\hat{TV}_1 = 6,771415311 (03) + 1,181162027 ( 01) + 3,834034315 (-05) + D_1^2$$

$$\hat{sb}_0 = 7,323472905 (01) + \hat{sb}_1 = 3,495453282 (-02) + \hat{sb}_2 = 3,517859797 (-06)$$

Tamaño de la Muestra : n = 1.850

CUADRO: C-3-16 ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$b_0 =$	5,103659593 (03)
$b_1 =$	1,057332946 (01)
$b_2 =$	3,546893067 (-05)
$s^2 =$	3,213256245 (05)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	2,143652070 (03)	- 1,022208128 (00)	1,017076674 (-04)
	- 1,022208128 (00)	6,193409074 (-04)	- 6,821525323 (-08)
	1,017076674 (-04)	- 6,821525323 (-08)	7,969071644 (-12)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,994650465 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,455020771 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,910507090 (-01)	$r_{y2.1}^2 =$	8,829878579 (-02)

$$\hat{TV}_i = \frac{5,103659593 (03)}{+} + \frac{1,057332946 (01)}{D_i} + \frac{3,546893067 (-05)}{D_i^2}$$

$$\hat{Sb}_0 = \frac{4,629959039 (01)}{Sb_1} + \frac{2,488656078 (-02)}{Sb_2} + \frac{2,822954418 (-06)}{Sb_2^2}$$

Tamaño de la Muestra : n = 1.633



CUADRO: C-3-17 ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	3,335600575 ( 03)
$\hat{b}_1 =$	8,715446923 ( 00)
$\hat{b}_2 =$	1,774319005 (-05)
$\hat{s}^2 =$	9,266400012 ( 04)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
$6,159458731$	$( 02)$	$- 2,928456829$	$(-01)$
$- 2,928456829$	$(-01)$	$1,769281546$	$(-04)$
$2,905096781$	$(-05)$	$- 1,943010486$	$(-08)$
$2,905096781$	$(-05)$	$2,263262070$	$(-12)$

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,997735648 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,445419813 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,962371298 (-01)	$r_{y2.1}^2 =$	7,840615186 (-02)

$$\hat{TV}_1 = 3,335600575 (03) + 8,715446923 ( 00) + 1,774319005 (-05) + D_1^2$$

$$\hat{sb}_0 = 2,481825685 (01) + 1,330143431 (-02) + 1,504414195 (-06) + sb_2^2$$

CUADRO: C-3-18

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	2,841345533 ( 03)
$\hat{b}_1 =$	7,390197114 ( 00)
$\hat{b}_2 =$	- 4,331940989 (-04)
$\hat{s}^2 =$	5,445738749 ( 04)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	9,250048628 ( 02)	- 1,073220816 ( 00)	2,599840765 (-04)
	- 1,073220816 ( 00)	1,568473077 (-03)	- 4,193722693 (-07)
	2,599840765 (-04)	- 4,193722693 (-07)	1,188023426 (-10)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,942796364 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,095263670 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,812876399 (-01)	$r_{y2.1}^2 =$	7,040441254 (-01)

$$\hat{TV}_1 = 2,841345533 (03) + 7,390197114 ( 00) D_1 - 4,331940989 (-04)$$

$$\hat{Sb}_0 = 3,041389260 (01) \hat{Sb}_1 = 3,960395280 (-02) \hat{Sb}_2 = 1,089964874 (-05)$$

Tamaño de la Muestra : n = 667

CUADRO: C-3-19 ESTIACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	
$\hat{b}_0 =$	1,730218372 ( 03)
$\hat{b}_1 =$	3,628357033 ( 00)
$\hat{b}_2 =$	3,585039296 (-04)
$\hat{s}_2^2 =$	5,288726702 ( 03)

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES			
	2,277593049 ( 02)	- 5,133615879 (-01)	2,429244507 (-04)
	- 5,133615879 (-01)	1,395551280 (-03)	- 7,181087564 (-07)
	2,429244507 (-04)	- 7,181087564 (-07)	3,892188382 (-10)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE			
$r_{y1}^2 =$	9,974835244 (-01)	$r_{y2}^2 =$	9,626268048 (-01)
$r_{y1.2}^2 =$	9,664977381 (-01)	$r_{y2.1}^2 =$	5,024443876 (-01)
		$r_{12}^2 =$	9,493815628 (-01)
		$R_{y.12}^2 =$	9,987479128 (-01)

$$\hat{TV}_i = \frac{1,730218372}{1,509169655} (03) + \frac{3,628357033}{3,735707804} (00) + \frac{3,585039296}{1,972862991} (-04) + \frac{3,892188382}{1,972862991} (-05)$$

Tamaño de la Muestra : n = 330

Las estimaciones realizadas del coste de tripulaciones se han realizado tomando como muestra los valores del coste real - en el supuesto de que se admita como válida la función de tiempo de vuelo estimada en el epígrafe 2-1 - que tendría lugar para cada tipo de etapa. Se han tomado como puntos muestrales las distancias kilométricas múltiplos de 5, es decir, en todos los casos los tamaños de las muestras son muy grandes.

Las conclusiones que se derivan de las estimaciones realizadas son las siguientes:

- Para todas las flotas resultan muy grandes los valores del coeficiente de determinación múltiple.
- Prácticamente, todo el coste variable queda explicado por la distancia, en tanto que el cuadrado de la distancia aporta muy poco a la explicación del comportamiento de los costes. Este hecho se refleja claramente observando los valores de los coeficientes de determinación parcial correspondientes.
- La función de costes marginales es creciente en la mayoría de las flotas. Unicamente es decreciente para las tripulaciones técnicas de las flotas B- 747 y B - 727 y para las tripulaciones auxiliares de esta última flota. Este hecho se deriva de la forma de las funciones de tiempo de vuelo y de los cambios de pendiente que tienen lugar al pasar de unas zonas operativas a otras.

A partir de las estimaciones realizadas para (3 - 15) y (3 - 16) se pueden definir, de forma análoga a como se realizó en los epígrafes anteriores, las siguientes funciones de costes para vuelos de distancia  $D_i$  kilómetros:

$C T T A_i$  : Coste de Tripulación Técnica por Asiento.

$C T T T_i$  : Coste de Tripulación Técnica por Tonelada.

$C T T A K O_i$  : Coste de Tripulación Técnica por Asiento-Km.

$C T T T K O_i$  : Coste de Tripulación Técnica por Tonelada-Km.

$C T A A_i$  : Coste de Tripulación Auxiliar por Asiento.

$C T A A K O_i$  : Coste de Tripulación Auxiliar por Asiento-Km.

No se expresan para tripulaciones auxiliares los costes correspondientes por tonelada y tonelada-km, ya que carece de sentido, por dedicarse dicho personal al servicio a los pasajeros.

En el Anexo C figuran los gráficos y las funciones de costes correspondientes a cada clase de tripulaciones y para cada tipo de flota. Se han realizado, al igual que en otros epígrafes, cambios de escala para que resulte más clara la interpretación de los gráficos. La numeración correspondiente a éstos es la siguiente:

$C T T D_i$	gráficos: G - 3 - 61 , ... , G - 3 - 66
$C T T A_i$	" : G - 3 - 67 , ... , G - 3 - 72
$C T T T_i$	" : G - 3 - 73 , ... , G - 3 - 78
$C T T A K O_i$	" : G - 3 - 79 , ... , G - 3 - 84
$C T T T K O_i$	" : G - 3 - 85 , ... , G - 3 - 90
$C T A D_i$	" : G - 3 - 91 , ... , G - 3 - 96
$C T A A_i$	" : G - 3 - 97 , ... , G - 3 - 102
$C T A A K O_i$	" : G - 3 - 103 , ... , G - 3 - 108

A título de ejemplo y con el fin de que se aprecie la forma de algunas funciones características, se incluyen a continuación los gráficos: G - 3 - 71 y G - 3 - 103, los cuales reflejan, respectivamente, los costes de tripulaciones técnicas por asiento para la flota B - 727 y los costes de tripulaciones auxiliares por AKO en la flota DC-10.

Asimismo, se expresan en el cuadro C - 3 - 20 los costes, por flotas, que resultan para una serie de distancias características. Estos costes recogen el efecto de las limitaciones, de carga o pasaje, existentes en cada zona operativa.

PESETAS

# BOEING-727 COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR ASIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTA_1 = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{A_1}$$

- $\hat{b}_0 = 7,613692787 \quad (.03)$
- $\hat{b}_1 = 2,041949058 \quad (.01)$
- $\hat{b}_2 = -1,236783845 \quad (-.03)$

500

500

500

500

500

500

DISTANCIA  
KMS

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR PARA 1000 AKO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_i = 10^3 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 1,271079117$  (04)  
 $\hat{b}_1 = 1,778624518$  (01)  
 $\hat{b}_2 = 4,315947191$  (-05)

250

200

150

100

50

DISTANCIA  
KMS

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.



CUADRO: C - 3 - 20

Conceptos Flota    Dist. Kms	C TTA <sub>i</sub>	C TTT <sub>i</sub>	C TTAKO <sub>i</sub> -1000 AKO-	C TTTKO <sub>i</sub> -1000 TKO-	C TAA <sub>i</sub>	C TAAKO <sub>i</sub> -1000AKO-
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 500	61 75 90 122 118 116	300 433 685 850 1.063 1.004	122 149 180 244 235 233	600 867 1.369 1.700 2.126 2.009	57 46 50 54 43 36	114 92 100 107 86 73
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 1.000	89 112 138 193 180 183	442 651 1.051 1.344 1.627 1.581	89 112 138 193 180 183	442 651 1.051 1.344 1.627 1.581	81 67 76 84 66 57	81 67 76 84 66 57
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 1.500	118 149 186 264 238 256	583 868 1.419 1.839 2.153 2.554	79 100 124 176 159 170	388 579 946 1.226 1.435 1.703	104 89 101 115 87 80	70 59 67 76 58 53
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 2.500	175 224 283 406 342 -	864 1.303 2.156 2.830 3.302 -	70 90 113 162 137 -	346 521 862 1.132 1.321 -	152 132 153 176 125 -	61 53 61 70 50 -

COSTES DE TRIPULACIONES TECNICAS Y AUXILIARES -PTAS-

CUADRO: C - 3 - 20 Continuación.

Conceptos Flota      Dist. Kms.		C TTA <sub>i</sub>	C TTT <sub>i</sub>	C TTAKO <sub>i</sub> -1000 AKO-	C TTTKO <sub>i</sub> -1000 TKO-	CTAA <sub>i</sub>	C TAAKO <sub>i</sub> -1000 AKO-
F 1	4.000	260	1.285	65	321	224	56
F 2		337	1.957	84	489	200	49
F 3		429	3.265	107	816	231	58
F 4		620	4.321	155	1.080	268	67
F 5		-	-	-	-	-	-
F 6		-	-	-	-	-	-
F 1	6.000	373	1.843	62	307	320	53
F 2		487	2.829	81	472	286	48
F 3		624	5.387	104	898	336	56
F 4		906	6.317	151	1.053	392	65
F 5		-	-	-	-	-	-
F 6		-	-	-	-	-	-
F 1	8.000	486	3.952	61	494	417	52
F 2		637	5.071	80	634	376	47
F 3		1.433	15.562	179	1.945	772	97
F 4		2.536	11.801	317	1.475	1.099	137
F 5		-	-	-	-	-	-
F 6		-	-	-	-	-	-



En general, y como consecuencia de que los salarios básicos de las tripulaciones técnicas - remuneraciones fijas, coste por hora de prima horaria y actividad laboral, etc. - no están en función de la oferta de pasaje y carga de los aviones respectivos, los costes por asiento, tonelada, asiento-km y tonelada-km, son menores para los aviones de gran capacidad. Este hecho no se produce en los costes de tripulaciones auxiliares, debido a que la dimensión típica por avión es función del número de asientos de éste, y al estar el personal de mayor categoría en los aviones de mayor capacidad, los costes medios de estos últimos son, en general y, como consecuencia de lo expuesto, mayores que los que tienen lugar en las flotas de menor capacidad.

Si se analizan, a título de ejemplo, los valores de la función Coste de Tripulación Técnica por Asiento - G-3-67, ..., G-3-72 - Anexo C- para las distintas flotas, se llega a las siguientes conclusiones:

- Los costes fijos, independientes de la distancia, se igualan a los variables para una distancia prácticamente igual en todas las flotas - aproximadamente 500 km -
- El valor  $\hat{b}_2 / A_i$  es prácticamente nulo en todas las flotas de largo radio, como lo demuestra el hecho de que para una distancia de 4000 kms y tomando el DC-8/50, avión para el cual dicho valor tiene un peso relativo mayor, el término  $\frac{\hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$  solo explica el 1% del coste. Evidentemente en distancias mayores explica una mayor proporción del coste, aunque en cualquier caso resulta insignificante.

Para las flotas de corto y medio radio, su peso relativo es mayor, como lo prueba el hecho de que para el DC-9/30 y en una distancia de 1.500 km, óptima para este avión, el término de segundo grado explica el 10% del coste total; a valores aún superiores se llega en el caso del B-727 para distancias de 2.500 km, donde el valor que toma  $\hat{b}_2$  da lugar a que el coste sea inferior en 50 ptas al que hubiera producido

de ser  $b_2$  nulo, si se tiene en cuenta que el valor que alcanza el coste en dicha distancia es de 342, se explica la importancia del término de segundo grado para estas flotas.

Como conclusión de lo expuesto en este punto podemos afirmar que el coste marginal obtenido al derivar el coste por asiento respecto a la distancia es decreciente para las flotas B-747 y B-727 y creciente en las DC-8/63, DC-8/50 y DC-9/30; también es válido afirmar que dicho coste marginal se puede considerar constante para las flotas de largo radio y variable para las de corto radio.

Si se comparan las funciones de coste de Tripulaciones con las obtenidas para el Combustible y la Amortización, se observa que el coste fijo, independiente de la distancia, tiene mayor peso que en el caso del combustible y menor que en el de la amortización. También se aprecia que su carácter se aproxima más al del combustible que al de la amortización. Esto se debe al carácter intrínsecamente fijo, desde el punto de vista temporal, que tiene la amortización, lo cual no ocurre en gran medida con las tripulaciones, pues su forma de pago da lugar a que con los máximos de actividad permitidos, el nivel remunerativo sea sustancialmente distinto según que alcancen el máximo de saltos diarios o el máximo de horas de vuelo mensuales. Evidentemente, el combustible es el factor que tiene un carácter más directamente proporcional a la distancia del vuelo.

### 3.4. COSTES DE MANTENIMIENTO

En este epígrafe se van a estimar las funciones de costes de mantenimiento, de las flotas estudiadas en los epígrafes anteriores. Asimismo, se va a plantear como se deberían analizar los factores que intervienen en el mantenimiento, tanto los intrínsecos de las flotas, como los que se derivan de otros aspectos ligados a las mismas.

Para cubrir el objetivo principal - estimar el coste de mantenimiento que para cada flota tiene lugar, en función de la distancia de la etapa - hemos partido del informe elaborado por el grupo de planificación de la producción y mantenimiento de IATA<sup>15</sup>.

La estadística citada en la nota anterior contiene, a nivel de compañías y dentro de estas para cada flota, los siguientes datos:

Total de horas voladas

Coste total de mantenimiento

Coste medio por hora de vuelo desglosado por:

Célula

Modificaciones

Motores

Componentes

Indirectos

Asimismo, existen datos relativos al número de horas hombre y al coste de materiales por hora de vuelo.

Como muestra de la información que suministra dicha estadística, se incluyen, a título de ejemplo, dos cuadros en el Anexo D: C - 3 - 21 y C - 3 - 22.

El procedimiento a seguir para obtener la función de costes de mantenimiento, consiste en aplicar a las funciones de tiempo de vuelo, que figuran en los cuadros C - 2 - 8, ... , C - 2 - 15, los costes medios que por hora de vuelo suministra el informe estadístico de IATA<sup>16</sup> citado. Dichos costes medios por hora de vuelo figuran en dólares, por lo cual, aplicando el tipo de cambio admitido para todo el estudio de 56 Ptas. por dolar , resultan para las distintas flotas los siguientes costes.

15.- IATA.- Asociación Internacional de Transportistas Aéreos-: "Analysis of Inter Airline Statistics of Engineering Costs and Production Performance". Based on the 1973/74 IATA-PPM. Prepared by Industrial Engineering & Production Planning. Air India. Bombay. October 1974.

16.- IATA: Octubre 1.974. Informe citado. Págs. 12, 14, 16, 18 y 19.

<u>Flota</u>	<u>Coste Medio de Mantenimiento</u> <u>por Hora de Vuelo(Ptas)</u>
B - 747	36.804
DC - 10	35.252
DC - 8	22.601
B - 727	17.058
DC - 9	11.592

Dado que la estadística citada, contiene datos correspondientes a un conjunto de 30 Compañías, dicha información resulta, en general, bastante representativa, en promedio, del nivel internacional de los costes de mantenimiento.

Las funciones de costes que resultan para las distintas flotas, figuran en los gráficos de las mismas incluídos en el Anexo C.

La numeración de dichos gráficos es la siguiente:

$C M D_i$  : Coste de mantenimiento para un vuelo de distancia  $D_i$  Kms.

Gráficos: G-3-109,... , G-3-114

$C M A_i$  : Coste de mantenimiento por asiento ofrecido en vuelos de distancia kilométrica  $D_i$ .

Gráficos: G-3-115, ... , G-3-120

$C M T_i$  : Coste de mantenimiento por tonelada ofrecida en vuelos de distancia kilométrica  $D_i$ .

Gráficos: G-3-121,... , G-3-126

$C M A K O_i$  : Coste de mantenimiento por asiento - km en vuelos de distancia kilométrica  $D_i$ .

Gráficos: G-3-127,... , G-3-132

$C M T K O_i$ : Coste de mantenimiento por tonelada-km ofrecida en vuelos de

distancia kilométrica  $D_i$ .

Gráficos: G-3-133, ... , G-3-138

De forma análoga a como se hizo en otros epígrafes, vamos a exponer en el Cuadro C - 3 - 24 los costes que para las distintas flotas resultan en una serie de etapas características. Asimismo, se incluye a continuación, a título de ejemplo, el gráfico G - 3 - 137, correspondiente al coste de mantenimiento por TKO de la flota B - 727.

Dada la forma en que han sido obtenidas las funciones anteriores, no parece correcto deducir conclusiones, al menos con el mismo nivel de validez que en otros casos; ya que como se verá posteriormente, el planteamiento de los costes de mantenimiento que consideramos más correcto difiere, en cierta medida, del que hemos tenido que seguir por razones de sencillez.

COSTES DE MANTENIMIENTO

CUADRO: C - 3 - 24

Conceptos		$C M A_i$	$C M T_i$	$C M A K O_i$	$C M T K O_i$
Flota	Distancia -Kms-			-1000 AKO-	-1000 TKO-
F 1	500	78	384	156	769
F 2		97	563	194	1126
F 3		89	674	177	1349
F 4		126	876	252	1752
F 5		92	833	184	1667
F 6		94	813	188	1625
F 1	1.000	135	665	135	665
F 2		170	989	170	989
F 3		152	1160	152	1160
F 4		218	1517	218	1517
F 5		165	1489	165	1489
F 6		170	1466	170	1466

CUADRO : C - 3 - 24 (Continuación)

Flota	Conceptos Distancia -Kms-	C M A <sub>i</sub>	C M T <sub>i</sub>	C M AKO <sub>i</sub> -1000 AKO-	C M TKO <sub>i</sub> -1000 TKO-
F 1	1.500	191	943	127	629
F 2		243	1413	162	942
F 3		216	1643	144	1095
F 4		309	2158	206	1438
F 5		230	2078	153	1386
F 6		242	2413	161	1609
F 1	2.500	302	1491	121	596
F 2		388	2253	155	901
F 3		342	2604	137	1042
F 4		493	3434	197	1373
F 5		338	3268	135	1307
F 6		-	-	-	-
F 1	4.000	464	2293	116	573
F 2		601	3494	150	873
F 3		529	4032	132	1008
F 4		766	5339	191	1334
F 5		-	-	-	-
F 6		-	-	-	-



COSTES DE MANTENIMIENTO

CUADRO : C - 3 - 24 (Continuación)

Conceptos		C M A <sub>i</sub>	C M T <sub>i</sub>	C M AKO <sub>i</sub> -1000 AKO-	C M TKO <sub>i</sub> -1000 TKO-
Flota	Distancia -Kms-				
F 1	6.000	674	3327	112	554
F 2		880	5114	147	852
F 3		776	6699	129	116
F 4		1128	7860	188	1310
F 5		-	-	-	-
F 6		-	-	-	-
F 1	8.000	875	7118	109	890
F 2		1152	9117	144	1146
F 3		1779	19323	222	2415
F 4		316	14692	395	2837
F 5		-	-	-	-
F 6		-	-	-	-

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$D_i \cdot T_i$$

- $\hat{b}_0 = 1,848787244$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 2,483643957$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -2,165982080$  (-03)

100

200

300

400

DISTANCIA  
CKMS

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

De la observación de los valores de Costes de Mantenimiento, incluidos en el Cuadro C - 3 - 24, resulta evidente que la escasa variación de los costes por AKO y TKO se debe al hecho de haber tomado un coste medio constante por hora de vuelo, independiente por tanto del tiempo de vuelo de la etapa. En consecuencia, las funciones de costes de mantenimiento por etapa, medida ésta en Km, son absolutamente análogas a las de tiempo de vuelo estimadas en el epígrafe 2.1., ya que se derivan de éstas a través de un cambio de escala - el coste medio por hora de vuelo de la flota correspondiente -.

Veamos ahora y tal como se dijo al comienzo del epígrafe, en que forma se debería estudiar el mantenimiento.

Básicamente, el coste de una etapa se debe imputar una parte en función del ciclo<sup>17</sup> y otra en función del tiempo de vuelo; es decir, la función de costes de mantenimiento, tal como teóricamente la formulan las casas constructoras de aviones,<sup>18</sup> toma la forma:

$$CMTV_i = b_0 + b_1 TV_i + U_i \quad (3 - 17)$$

Para llegar a la estimación de una función del tipo de la propuesta, habría que analizar cada sistema del avión, de tal forma que mediante procedimientos de simulación se pudiese llegar a determinar los desgastes físicos de los distintos componentes de cada sistema que se producirían para los distintos tipos de vuelo.

Una vez determinados los desgastes de cada componente, se ajustaría para cada uno de ellos una función que explicase dicha variable en función de la etapa.

17.- En el mantenimiento se utiliza el término de ciclo en sentido equivalente al de despegue y aterrizaje conjuntamente. El coste por ciclo, en una función de costes que exprese el montante de los mismos con una forma análoga a (3 - 17), vendría dado por el valor de  $b_0$ .

18.- BOEING : "Distribution of Maintenance Costs per Cycle & per Operating Hour"  
Operational Economics Boeing Commercial Airplane Company. Renton  
Washington. USA. January. 1.973

pa, expresada ésta en tiempo de vuelo. Realizada esta operación, habría que estimar los tiempos en horas - hombre y horas - máquina que lleva anejo la reparación, así como el desmontaje y montaje de cada componente. Posteriormente, se valorarían, con un sistema de precios adecuados, dichas funciones para llegar así a la función de costes de mantenimiento en función de la etapa de vuelo.

Para pasar de esta función de costes teóricos, obtenida a partir de la tecnología del avión y de las especificaciones sobre sistemas de mantenimiento suministradas por el fabricante, a otra que reflejase costes reales a nivel internacional, bastaría comparar los resultados reales obtenidos por las compañías con los que hubiesen tenido lugar a nivel teórico; esta comparación solo tiene sentido si las compañías aplican el sistema propuesto por el fabricante. Del resultado de dicha comparación se obtendría el factor corrector que permitiría pasar de una función de costes teóricos a una función de costes reales.

En cualquier caso, fundamentalmente para nuevos tipos de avión, los costes de mantenimiento, tal como afirma STRATFORD<sup>19</sup>, son los de estimación más difícil. Dicho autor afirma que, aunque en el pasado se podía considerar como aceptable el trabajar con resultados medios basados en informaciones sobre la célula y/o el peso del avión o el empuje de los motores (y desde luego las fórmulas de costes "Standard" de ATA y SBAC están obtenidas siguiendo este camino) sería altamente deseable que en la actualidad se investigase para obtener resultados de mayor fiabilidad."

A nivel de compañía, los costes de mantenimiento dependen en gran medida de los siguientes factores: a) número de flotas; b) tamaño de las mismas; c) afinidad existente entre ellas.

En general se puede afirmar que cuanto mayor sea el número de flotas de la compañía, mayores serán los costes de mantenimiento; este hecho se deriva fundamentalmente de que es más difícil conseguir dimensiones óptimas de flota con un número grande de éstas que con un número reducido.

19.- STRATFORD, A.H. (1.973): Op. citada. Pág. 92 y s.s.

El segundo aspecto está íntimamente ligado con el primero, aunque no en todos los casos. Indudablemente una compañía de pequeña dimensión, pero con una estructura de mercados y de red muy diversa, es difícil que tenga costes de mantenimiento ventajosos - a no ser que sus salarios sean bajos - si verdaderamente quiere disponer de una estructura de flotas adecuada a sus mercados.

Por lo que se refiere a la afinidad entre las flotas, es clara la ventaja que supone el hecho de que todas o la mayoría de aquellas pertenezcan al mismo fabricante, ya que en este caso numerosos repuestos son comunes existiendo, además, una filosofía de mantenimiento única que permite un mejor aprovechamiento del personal. Es frecuente en la actualidad que aviones pertenecientes a distintos fabricantes tengan sistemas comunes: motores, equipos de navegación, etc, lo cual redunda en una mayor economía en el mantenimiento.

El problema de las dimensiones de flotas está siendo resuelto, en cierta medida, mediante la creación de grupos con espíritu de integración si no total, al menos muy importante, y cuyo campo de actuación más fundamental en la actualidad lo constituye el mantenimiento de aviones. El grupo ATLAS<sup>20</sup> constituye el ejemplo más característico en este sentido.

Como consecuencia de las ideas expuestas anteriormente, es evidente que no resulta plausible pensar que los costes de mantenimiento sean independientes de la duración del vuelo, ya que por una parte existen sistemas, como el tren de aterrizaje, cuyo desgaste depende casi exclusivamente del ciclo; por otra, el mantenimiento en línea tiene lugar prácticamente en todos los vuelos antes de que estos realicen su salida. El coste del personal dedicado a esta función, debería ir casi en exclusiva en función del ciclo más que de la hora de vuelo, aunque evidentemente sean más completas las revisiones que se realizan antes o después de un vuelo largo.

---

20.- El grupo ATLAS está constituido por las compañías de bandera de los siguientes países: Alemania Occidental, Bélgica, España, Francia e Italia.

### 3.5. COSTES TOTALES

En este epígrafe se estimarán las funciones de costes totales por flotas- considerando todos los factores de la producción- a partir de las funciones obtenidas en los epígrafes anteriores de este capítulo.

Se trata de llegar al Coste de Empresa tal como lo define FERNANDEZ PIRLA<sup>21</sup>, con la excepción de no incluir el interés del capital empleado en la producción como un elemento más del mismo.

En microeconomía se define la función de costes a corto plazo como una relación explícita del nivel del output y del coste de los inputs fijos<sup>22</sup>. En este sentido, en las empresas de transporte aéreo, los costes fijos son los más importantes, ya que en sentido estricto solo son variables el combustible, los derechos de aterrizaje y las tasas de ayudas a la navegación.

Sin embargo, el planteamiento de la tesis exige contemplar los costes variables y fijos desde el punto de vista de la distancia del vuelo, por lo cual hay que plantear una clasificación de costes en la cual se contemple este aspecto.

A estos efectos y siguiendo la nomenclatura de OACI<sup>23</sup>, se ha realizado la siguiente agrupación:

#### COSTES VARIABLES. Dependientes del tipo de etapa

- 1.- Tripulaciones Técnicas
- 2.- Combustible

---

21.- FERNANDEZ PIRLA, J.M. (1.964). Op. citada. Pág 238 y s.s.

22.- HENDERSON, J.M. & QUANDT, R.E.: "Microeconomic Theory". A mathematical Approach. Mc Graw Hill Company.

Traducción al castellano de J.R. IASUEN. Barcelona. Edit.Ariel(1962).Pág.64

23.- OACI.(1.972). Compendio Estadístico nº 180. DATOS FINANCIEROS. Pág. 29.

- 3.- Seguros de Material de Vuelo
- 4.- Instrucción de Tripulantes
- 5.- Otros Gastos de Vuelo
- 6.- Mantenimiento
- 7.- Amortización normal del material de Vuelo
- 8.- Amortización normal de Inmuebles y equipo de Tierra
- 9.- Amortización extraordinaria de equipo de Vuelo y otros Bienes
- 10.- Amortización de los costes de mejoras y de los precios a la Explotación
- 11.- Instrucción de la Tripulación de Vuelo (cuando se amortizan estos gastos)
- 12.- Servicio a los Pasajeros
- 13.- Ventas de Billetes y fomento de Ventas.

COSTES FIJOS. Independientes del tipo de etapa.

- 14.- Derechos de aterrizaje y salida
- 15.- Otros Gastos de Estacionamientos y "Handling"
- 16.- Gastos Generales
- 17.- Otros Gastos de Explotación.

El proceso a seguir para la estimación de la función de costes por flota es el siguiente:

- I Para el conjunto de las Compañías objeto de estudio, se calcula la distancia media volada por el pasajero. Dicha etapa es igual al cociente entre la suma de pasajeros - km de dichas compañías y el total de pasajeros correspondientes a las mismas.

$$\bar{D} = \frac{\sum_{k=1}^m P_k T_k}{\sum_{k=1}^m P_k} \quad (3 - 18)$$

II De las cuentas de explotación de dichas compañías - información citada en la nota 23 - se obtiene la suma de costes de las siguientes partidas:

- 1 - Tripulaciones Técnicas
- 6 - Mantenimiento
- 7 - Amortización normal del Equipo de Vuelo
- 12 - La parte del Servicio a los Pasajeros, correspondiente a Tripulaciones Auxiliares.

Para calcular el coste de Tripulaciones Auxiliares, incluido dentro del apartado 12, hubo que recurrir a la información que sobre plantillas y salarios medios figura en las estadísticas de OACI<sup>24</sup>. El coste total de este grupo laboral se obtuvo como suma de los productos de salarios medios por plantillas medias de las compañías objeto de estudio.

III Cálculo para el conjunto de las compañías del total de los costes variables definidos anteriormente, exceptuando de dicho total los costes del Combustible y los correspondientes al Servicio a los Pasajeros que no correspondan a Tripulaciones Auxiliares.

IV Cálculo del cociente entre las partidas contabilizadas en III y las contabilizadas en II.

V Para las mismas observaciones muestrales, se calcula el cociente entre los costes fijos, del total de las compañías, y el de los variables definidos en el punto III.

VI Para la distancia media -  $\bar{D}$  - obtenida en (3 - 18), se calcula el coste por asiento de cada flota, que corresponde a las partidas de: Amortización de avión, Tripulaciones Técnicas, Tripulaciones Auxiliares y Mantenimiento.

---

24.- OACI (1972): Compendio Estadístico nº 183. MATERIAL VOLANTE Y PERSONAL. Pág 54 y s.s.



Este proceso se realiza con los resultados obtenidos, para las distintas flotas estudiadas, en los epígrafes 3-2, 3-3 y 3-4.

Una vez obtenido el coste por asiento y flota para la distancia  $\bar{D}$ , se selecciona el menor de ellos, con lo cual queda definida la flota de costes variables - excepto el combustible - menores en la distancia media.

- VII Para la flota obtenida en VI se calcula la función de costes variables - con la excepción del combustible - multiplicando los parámetros de su función correspondiente a Amortización de Avión, Tripulaciones Técnicas y Auxiliares y Mantenimiento, por el valor obtenido en IV.
- VIII Con el valor obtenido en IV se calcula el montante de los costes fijos por asiento, multiplicando dicho valor por el coste por asiento que resulta para la distancia  $\bar{D}$ , según la función obtenida en el punto VII.
- IX Para obtener el coste por asiento de las restantes flotas se multiplicará la función de costes por asiento de cada flota, correspondientes a las partidas de: Amortización de Avión, Tripulaciones Técnicas y Auxiliares y Mantenimiento, por el valor obtenido en IV y se le sumará el valor obtenido en VIII.
- X Sumando a las funciones obtenidas en VIII y IX la función de costes de consumo de combustible por asiento de cada flota, se obtiene la función de costes por asiento en función de la distancia.
- XI Para obtener la función de costes de cada avión en función de la distancia, basta con multiplicar la función obtenida en el punto X, por el número de asientos de cada tipo de flota.

El hecho de que no se haya incluido el combustible, una de las funciones estudiadas en este capítulo, al calcular la relación entre los costes variables, se

debe al hecho de que dicho factor ha sufrido en el período 1972/74 una alteración profunda de sus precios, por lo cual y teniendo en cuenta que los datos técnicos corresponden a 1972 y el sistema de precios, salvo alguna excepción, a 1974, dicho procedimiento es el único posible para estimar la función de costes de este último año, ya que en otro caso se hubiese realizado una estimación sesgada por exceso de dicha función.

Las hipótesis implícitas en la forma de calcular las funciones de costes por el procedimiento expuesto anteriormente, son las siguientes: a) Los costes variables no estimados mediante funciones tienen una estructura similar a los que se estimaron por tal procedimiento en los epígrafes 3-2, 3-3 y 3-4; b) La evolución de los precios de los factores fijos y variables no estimados de forma directa, ha sido similar, en el período 1972/1974, a la experimentada por los precios de los factores estimados de forma directa, excepto el combustible.

Los datos básicos necesarios para realizar el proceso anterior, figuran en el Anexo D: Cuadros C - 3 - 25 y C - 3 - 26.

Para que se comprenda mejor el procedimiento propuesto para estimar las funciones de costes totales por avión, vamos a desarrollar paso a paso dicho procedimiento, obteniendo en cada paso los valores concretos necesarios para cumplir el objetivo propuesto. Al final del proceso, se incluirán en el Cuadro C - 3 - 27 los resultados parciales que por avión resultan en las diferentes fases.

Vamos a ver la aplicación práctica del proceso explicado anteriormente; para ello, utilizaremos los símbolos  $C_i$  para denominar el montante a nivel de conjunto de compañías de la partida i-ésima de los costes.

I La distancia media por pasajero que resulta de aplicar (3 - 18) es:

$$\bar{D} = 1705,62 \text{ Km}$$

II Los costes, en miles de dólares, que a nivel de conjunto de compañías tiene lugar para las distintas partidas son los siguientes:

$$\begin{array}{rcl} C_1 & = & 935.179 \\ C_6 & = & 1.369.630 \\ C_7 & = & 935.653 \\ C_{12}^* & = & 326.183 \\ \hline \text{TOTAL} & = & 3.556.645 \end{array}$$

III Los costes variables, en miles de dólares, excepto el combustible, toman para el conjunto de las compañías los siguientes valores:

$$\begin{array}{rcl} C_1 & = & 935.179 \\ C_3 & = & 127.687 \\ C_4 & = & 67.875 \\ C_5 & = & 36.980 \\ C_6 & = & 1.369.630 \\ C_7 & = & 935.653 \\ C_8 & = & 167.133 \\ C_9 & = & 35.609 \\ C_{10} & = & 20.888 \\ C_{11} & = & 7.336 \\ C_{12} & = & 1.111.802 \\ C_{13} & = & 1.580.955 \\ \hline \text{TOTAL} & = & 6.396.727 \end{array}$$

IV El cociente entre las partidas contabilizadas en III y II es igual a:

$$K_1 = \frac{6.396.727}{3.556.645} = 1,793485755$$

V El montante de los costes fijos para el conjunto de las compañías es:

$$\begin{array}{rcl} C_{14} & = & 385.204 \\ C_{15} & = & 1.466.303 \\ C_{16} & = & 544.566 \\ C_{17} & = & 69.140 \\ \hline \text{TOTAL} & = & 2.465.213 \end{array}$$

$$\begin{aligned} K_2 &= \frac{\text{Costes Fijos}}{\text{Costes Variables - excluido el combustible}} = \\ &= \frac{2.465.213}{6.396.727} = 0,3853866204 \end{aligned}$$

VI Los costes por asiento para la distancia media  $\bar{D} = 1705,62$  Km, que resultan de agregar los costes por asiento, estimados en el epígrafe 3-2, de las partidas: Amortización de Avión, Tripulaciones Técnicas, Tripulaciones Auxiliares y Mantenimiento, son los siguientes:

<u>Flota</u>	<u>Costes por Asiento</u> <u><math>D_i = 1705,62</math> Km</u>
B - 747	8,428375387 (02)
DC - 10 / 30	9,194920605 (02)
DC - 8 / 63	8,668088186 (02)
DC - 8 / 50	1,108446490 (03)
B - 727	8,293081716 (02)
DC - 9	8,620335974 (02)

El avión con menores costes es el B - 727.

VII La función de costes variables por asiento - excepto el combustible - para el B - 727 es:

$$\text{Coste por Asiento B - 727} \quad C = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

Tripulaciones técnicas	$\hat{b}_0 = 1,730506659 \text{ ( 02 )}$
Tripulaciones Auxiliares	$\hat{b}_1 = 4,418378251 \text{ (-01 )}$
Amortización Avión	$\hat{b}_2 = -3,346347698 \text{ (-05 )}$
Mantenimiento	

La función de costes variables será igual al producto de  $K_1$ , valor obtenido en IV, por la función definida de forma conjunta para Tripulaciones Técnicas y Auxiliares, Amortización de Avión y Mantenimiento, por lo cual:

Función de Costes Variables por Asiento B-727  
- excluido el combustible -

---


$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 3,103639042 \text{ ( 02 )} \\ \hat{b}_1 &= 7,924298453 \text{ (-01 )} \\ \hat{b}_2 &= - 6,001626927 \text{ (-05 )} \end{aligned}$$

VIII Teniendo en cuenta que para la distancia media el coste variable por asiento definido en VII toma un valor de:

$$C V A \bar{D} = 1,477937480 \text{ (03)}$$

Resulta que el coste fijo es igual a  $K_2$  por el montante del coste por asiento en la distancia media, es decir:

$$\text{Coste fijo por asiento} = 5,695773305 \text{ (02)}$$

IX El coste por asiento, correspondiente a los costes fijos y variables - excepto el combustible - vendrá definido, para el B-727, por una función parabólica de la distancia, deducida de sumar la obtenida en el punto VII y el coste fijo calculado en VIII, por tanto:

$$\begin{aligned}\hat{b}_0 &= 8,799412346 \quad (02) \\ \hat{b}_1 &= 7,924298453 \quad (-01) \\ \hat{b}_2 &= -6,001626927 \quad (-05)\end{aligned}$$

X El coste total por asiento, incluyendo el combustible, se obtiene sumando a la función calculada en el punto IX, la correspondiente al coste de combustible por asiento estimada en el epígrafe 3-1.

Función de costes totales por asiento - B - 727 -

$$\begin{aligned}\hat{b}_0 &= 9,409415719 \quad (02) \\ \hat{b}_1 &= 1,152067639 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= -9,477233993 \quad (-05)\end{aligned}$$

XI Multiplicando los estimadores anteriores por el número de plazas del avión, se obtiene la función de costes totales para un vuelo. En este caso y teniendo en cuenta que el número de asientos es de 149, resultan los siguientes valores:

$$\begin{aligned}\hat{b}_0 &= 1,402002942 \quad (05) \\ \hat{b}_1 &= 1,716580782 \quad (02) \\ \hat{b}_2 &= -1,412107865 \quad (-02)\end{aligned}$$

La terminología a utilizar para expresar el coste total de un vuelo en función de la distancia será  $C T D_i$ . El tipo de función será necesariamente análoga a las utilizadas en los epígrafes anteriores de este capítulo, es decir, parabólica. En el Anexo D figuran representadas las funciones de costes totales por vuelo para las distintas flotas con la numeración G - 3 - 139 , ... , G - 3 - 144. No se representan en este caso las correspondientes al coste total por asiento, por tonelada, etc., debido a que en el epígrafe siguiente se realizará una distribución de los costes a los dos tipos de producción: pasaje y carga.

A título de ejemplo y de forma análoga a lo realizado en otros epígrafes, se incluyen a continuación del cuadro C - 3 - 27, los Gráficos G - 3 - 143 y G - 3 - 144, correspondientes al coste total por vuelo de las flotas Boeing-727 y DC-9 respectivamente.

## FASES DE LA OBTENCION DEL COSTE TOTAL POR VUELO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

FUNCIONES Y PARAMETROS		BOEING - 747	DC - 10 / 30	DC - 8 / 63	DC - 8 / 50	BOEING - 727	DC - 9 / 30
COSTE POR VUELO (T. Técnica + T. Auxiliar + Amortización + Mantenimiento)	b0	1,127461256 ( 05)	7,878934621 ( 04)	5,042958939 ( 04)	3,675340000 ( 04)	2,578454922 ( 04)	1,647785970 ( 04)
	b1	1,219652371 ( 02)	1,032112420 ( 02)	7,632164269 ( 01)	7,210799776 ( 01)	6,583383593 ( 01)	4,065697158 ( 01)
	b2	- 7,493224807 (-04)	- 3,604832223 (-04)	- 1,062428686 (-04)	- 4,329411440 (-05)	- 4,986058070 (-03)	1,306764988 (-04)
COSTE POR ASIENTO (T. Técnica + T. Auxiliar + Amortización + Mantenimiento)	b0	2,982701736 ( 02)	2,854686457 ( 02)	2,424499490 ( 02)	2,552319444 ( 02)	1,730506659 ( 02)	1,647785970 ( 02)
	b1	3,226593574 (-01)	3,739537752 (-01)	3,669309745 (-01)	5,007499845 (-01)	4,418378251 (-01)	4,065697158 (-01)
	b2	- 1,982334605 (-06)	- 1,306098631 (-06)	- 5,107830222 (-07)	- 3,006535722 (-07)	- 3,346347698 (-05)	1,306764988 (-06)
COSTE POR ASIENTO * - VARIABLES -	b0	5,349433075 ( 02)	5,119839496 ( 02)	4,348305298 ( 02)	4,577548566 ( 02)	3,103639042 ( 02)	2,955280665 ( 02)
	b1	5,786849613 (-01)	6,706807688 (-01)	6,580854758 (-01)	8,980879640 (-01)	7,924298453 (-01)	7,291769936 (-01)
	b2	- 3,555288876 (-06)	- 2,342469290 (-06)	- 9,160820741 (-07)	- 5,392178990 (-07)	- 6,001626927 (-05)	2,343664391 (-06)
COSTE POR ASIENTO * - FIJOS + VARIABLES -	b0	1,104520638 ( 03)	1,081561280 ( 03)	1,004407860 ( 03)	1,027332187 ( 03)	8,799412347 ( 02)	8,651053970 ( 02)
	b1	5,786849613 (-01)	6,706807688 (-01)	6,580854758 (-01)	8,980879640 (-01)	7,924298453 (-02)	7,291769936 (-01)
	b2	- 3,555288876 (-06)	- 2,342469290 (-06)	- 9,160820741 (-07)	- 5,392178990 (-07)	- 6,001626927 (-05)	2,343664391 (-06)
COSTE POR ASIENTO DE COMBUSTIBLE	b0	1,000310280 ( 02)	8,615926551 ( 01)	8,140121822 ( 01)	1,226024846 ( 02)	6,100033713 ( 01)	5,196424425 ( 01)
	b1	2,592035794 (-01)	2,540295922 (-01)	2,888395983 (-01)	3,777699829 (-01)	3,596377938 (-01)	3,591066097 (-01)
	b2	1,966086366 (-06)	1,925309599 (-06)	- 1,986535636 (-07)	3,013903797 (-06)	- 3,475607066 (-05)	- 3,236722460 (-05)
COSTE TOTAL POR ASIENTO	b0	1,204551666 ( 03)	1,167720546 ( 03)	1,085809079 ( 03)	1,149934672 ( 03)	9,409415719 ( 02)	9,170696412 ( 02)
	b1	8,378885407 (-01)	9,247103610 (-01)	9,469250741 (-01)	1,275857947 ( 00)	1,152067639 ( 00)	1,088283603 ( 00)
	b2	- 1,589202510 (-06)	- 4,171596914 (-07)	- 1,114735638 (-06)	2,474685898 (-06)	- 9,477233993 (-05)	- 3,002356021 (-05)
COSTE TOTAL POR VUELO	b0	4,553205297 ( 05)	3,222908707 ( 05)	2,584828884 ( 05)	1,655905928 ( 05)	1,402002942 ( 05)	9,176696412 ( 04)
	b1	3,167218684 ( 02)	2,552200596 ( 02)	1,969604154 ( 02)	1,837235444 ( 02)	1,716580782 ( 02)	1,088283603 ( 02)
	b2	- 6,007185488 (-04)	- 1,131360748 (-04)	- 2,318650127 (-04)	3,563547693 (-04)	- 1,412107865 (-02)	- 3,002356021 (-03)

\* Sin Combustible



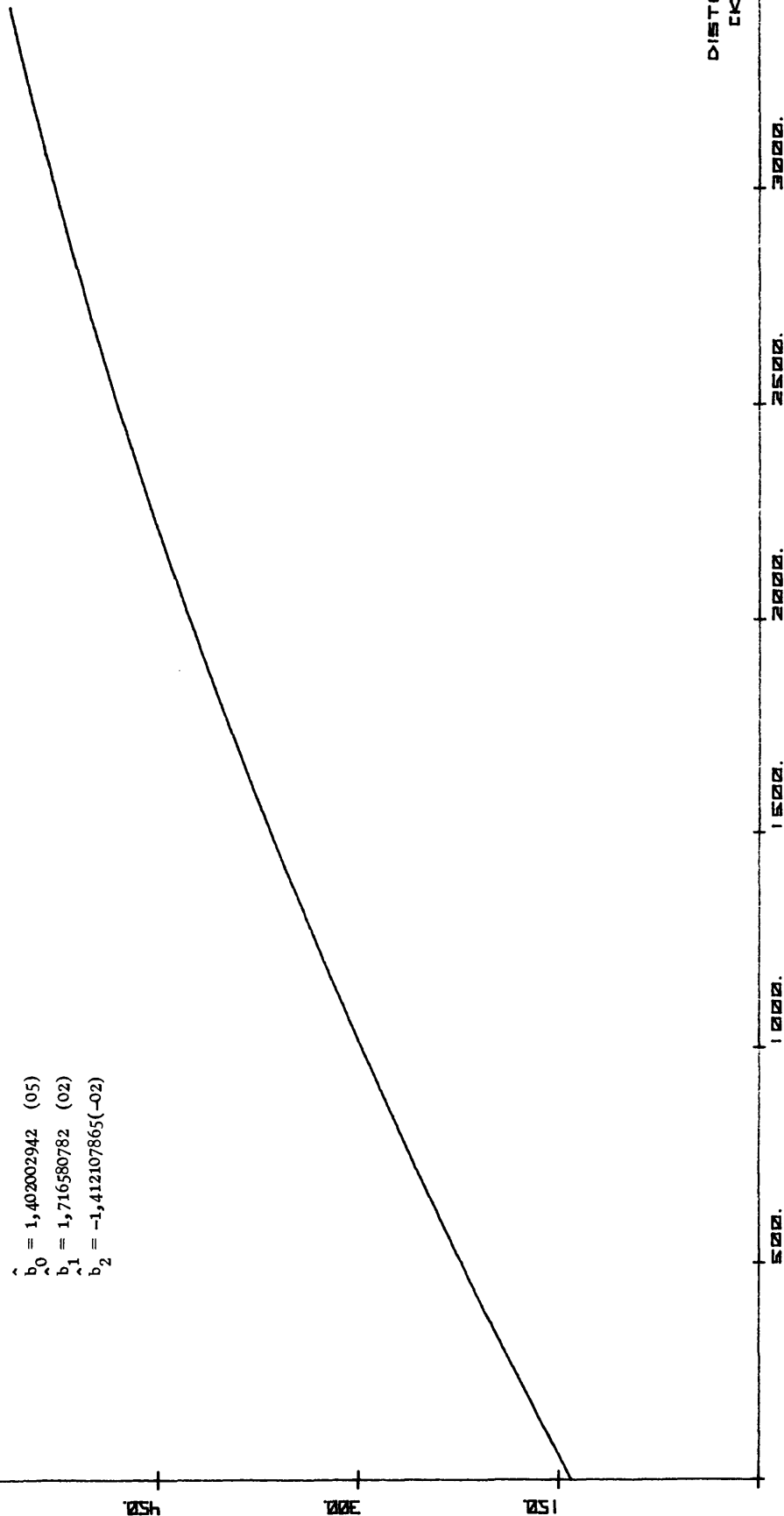
PESETAS  
CMILES

BOEING-727

COSTES TOTALES (FIJOS + VARIABLES) EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,402002942 \quad (05) \\ \hat{b}_1 &= 1,716580782 \quad (02) \\ \hat{b}_2 &= -1,412107865(-02) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
(KMS)

PESETAS  
EMILES

DC-9-30

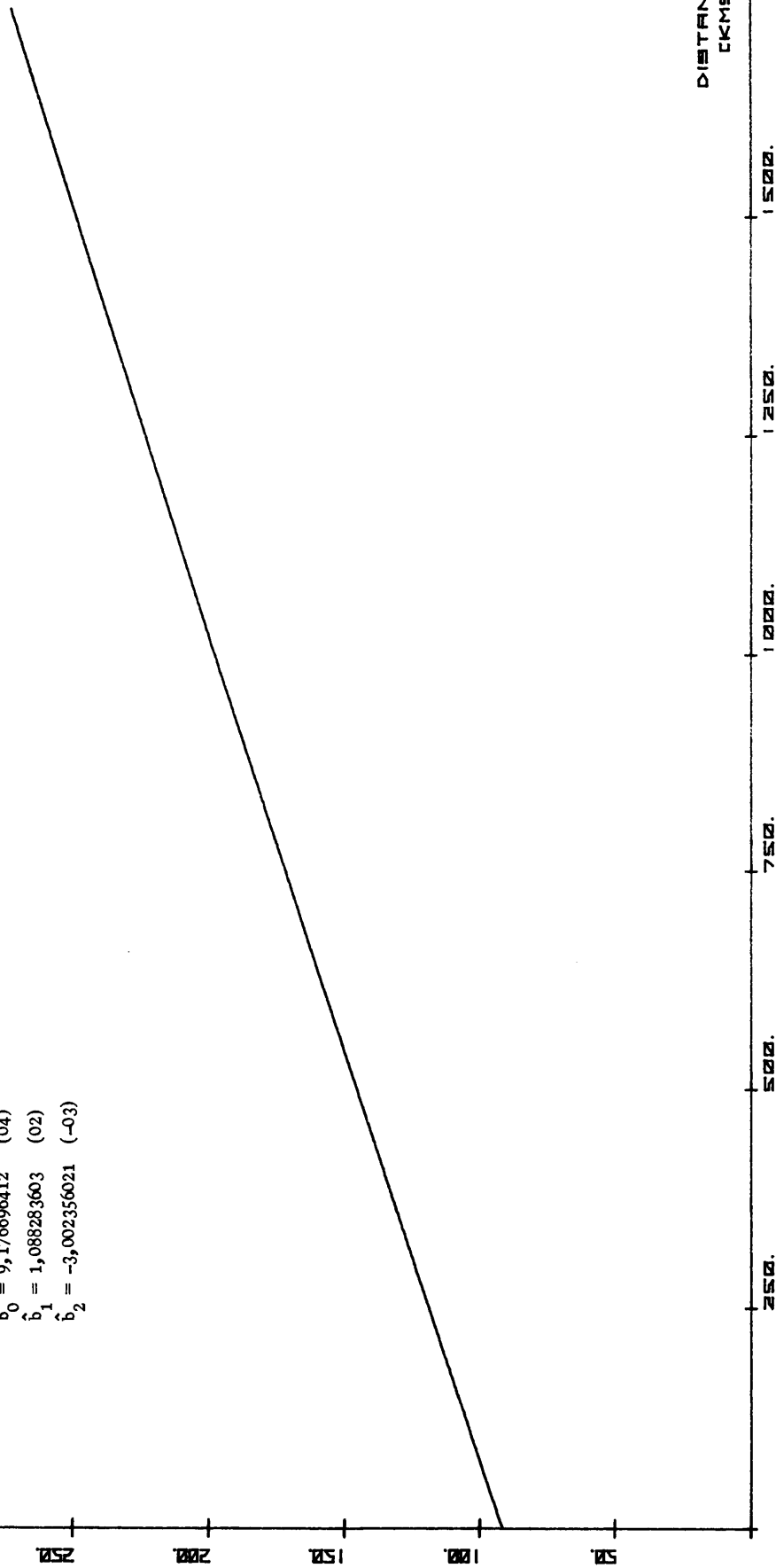
COSTES TOTALES (FIJOS + VARIABLES) EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 9,176696412 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,088283603 \quad (02)$$

$$\hat{b}_2 = -3,002356021 \quad (-03)$$



DISTANCIA  
KMS

En el transporte aéreo, las producciones de pasaje y carga tienen lugar con arreglo a un esquema de producción múltiple tal como lo define R.FRISCH<sup>25</sup>: "Cuando existe un vínculo u otro, definible en términos técnicos, entre varios productos, - en virtud, por ejemplo, de que para obtenerlos se pueda o se tenga que utilizar en común ciertos factores de producción o bien porque ciertos factores se puedan imputar alternativamente a la realización de un producto u otro ( o de varios otros), y esta decisión entraña consecuencias técnicas bien determinadas para el resultado de la producción - en tales casos, decimos que estos productos son (técnicamente) interdependientes, o que nos encontramos con una producción múltiple".

Al hablar de los Sistemas de cálculo de costes en la producción conjunta, FERNANDEZ PIRLA<sup>26</sup> dice lo siguiente: "La producción calificada de compuesta en relación con el producto obtenido puede revestir dos formas: o los productos pueden obtenerse con independencia absoluta uno de otro y ser determinados entonces los costes con autonomía, o, por el contrario, suceder que en el proceso productivo se ofrezcan conjuntamente dos o más productos, entre los cuales quepa una relación de sustitución, o, por el contrario, se obtengan en relaciones fijas establecidas por la técnica (producción acoplada)".

En el transporte aéreo caben los tres casos que cita FERNANDEZ PIRLA, una empresa puede tener dos conjuntos de flotas, uno dedicado exclusivamente al transporte de carga y otro al de mercancías; sin embargo, este hecho no se produce prácticamente en la realidad. El caso más general es que las empresas se dediquen al transporte conjunto de carga y pasaje, aunque tengan algunas flotas exclusivamente para el transporte de mercancías, existiendo posibilidades de relaciones de sustitución.

25.- FRISCH, R: "LOIS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES DE LA PRODUCTION". Ed. Dunod.1973

Traducción al castellano de J.M. DE LA TORRE Y DE MIGUEL. Barcelona. Ed. Sagitario. Pág. 299 y s.s.

26.- FERNANDEZ PIRLA, J.M. (1.964). Op. citada. Pág. 243 y s.s.

En este epígrafe tratamos, tal como se anticipó en la introducción del capítulo 3, de obtener los costes imputables a las actividades de pasaje y carga, ya que ello nos permitirá a través de la selección de los que son mínimos estimar las ponderaciones implícitas en cada unidad de producto. Si no se hubiesen considerado como dos clases de producción las de pasaje y carga, este proceso de desagregación de costes no hubiese sido necesario.

Como posibles criterios de imputación de costes podríamos citar los siguientes: I) en función de la oferta evaluada físicamente - TKOC y AKO; II) en función de la demanda evaluada físicamente y III) en función del valor de la producción vendida.

Para comprender la formulación de dichos criterios, vamos a utilizar los siguientes símbolos:

- |  |  |
|--|--|
| $(E_1, E_2, \dots, E_m) = (E_k)$             | las empresas objeto de estudio   |
| $(AKO_1, AKO_2, \dots, AKO_m) = (AKO_k)$     | la oferta en asientos-km de cada empresa.  |
| $(TKOC_1, TKOC_2, \dots, TKOC_m) = (TKOC_k)$ | la oferta de carga expresada en toneladas-km.  |
| $(TKO_1, TKO_2, \dots, TKO_m) = (TKO_k)$     | la oferta global, pasaje y carga, de cada empresa.                                     |
| $(PKT_1, PKT_2, \dots, PKT_m) = (PKT_k)$     | los pasajeros - km transportados por cada empresa.                                     |
| $(TKTC_1, TKTC_2, \dots, TKTC_m) = (TKTC_k)$ | las toneladas - km de carga - no incluido el pasaje - transportadas por cada compañía. |

$(TKI_1, TKI_2, \dots, TKI_m) = (TKI_k)$	las toneladas-km globales, transportadas por cada compañía.
$(CIP_1, CIP_2, \dots, CIP_m) = (CIP_k)$	los costes imputables al pasaje para cada compañía.
$(CIC_1, CIC_2, \dots, CIC_m) = (CIC_k)$	los costes imputables a la carga por cada compañía.
$(CT_1, CT_2, \dots, CT_m) = (CT_k)$	los costes totales - de pasaje y carga - de cada compañía.
$(IP_1, IP_2, \dots, IP_m) = (IP_k)$	ingresos de pasaje de cada compañía.
$(IC_1, IC_2, \dots, IC_m) = (IC_k)$	ingresos de carga de cada compañía.
$(IT_1, IT_2, \dots, IT_m) = (IT_k)$	ingresos totales de carga y pasaje de cada compañía.

Se empleará la relación: 1 AKO = 0,09 TKO, es decir, cada sientokm es equivalente a 90 Kg.

La formulación de los criterios sería la siguiente:

I) A nivel de empresa

$$\frac{CIP_k}{0,09 AKO_k} = \frac{CIC_k}{TKO C_k} = \frac{CT_k}{TKO_k} \quad (3 - 19)$$

A nivel de conjunto de empresas

$$\frac{\sum_{k=1}^m CIP_k}{0,09 \sum_{k=1}^m AKO_k} = \frac{\sum_{k=1}^m CIC_k}{\sum_{k=1}^m TKO C_k} = \frac{\sum_{k=1}^m CT_k}{\sum_{k=1}^m TKO_k} \quad (3 - 20)$$

II) A nivel de empresa

$$\frac{C I P_k}{0,09 P K T_k} = \frac{C I C_k}{T K T C_k} = \frac{C T_k}{T K T_k} \quad (3 - 21)$$

A nivel de conjunto de empresas

$$\frac{\sum_{k=1}^m C I P_k}{0,09 \sum_{k=1}^m P K T_k} = \frac{\sum_{k=1}^m C I C_k}{\sum_{k=1}^m T K T C_k} = \frac{\sum_{k=1}^m C T_k}{\sum_{k=1}^m T K T_k} \quad (3 - 22)$$

III) A nivel de empresa

$$\frac{C I P_k}{I P_k} = \frac{C I C_k}{I C_k} = \frac{C T_k}{I T_k} \quad (3 - 23)$$

A nivel de conjunto de empresas

$$\frac{\sum_{k=1}^m C I P_k}{\sum_{k=1}^m I P_k} = \frac{\sum_{k=1}^m C I C_k}{\sum_{k=1}^m I C_k} = \frac{\sum_{k=1}^m C T_k}{\sum_{k=1}^m I T_k} \quad (3 - 24)$$

El primer criterio daría lugar a unos costes de pasaje muy bajos, dada la diferencia existente entre los índices de aprovechamiento que en general tiene lugar en ambas producciones, con lo cual existirían unas diferencias de rentabilidad notables. El segundo criterio evitaría en parte el problema a que da lugar el primero; sin embargo, dada la diferencia que existe entre ingresos medios en pasaje y en carga, seguiría latente el problema de producciones con rentabilidades, en general, notablemente diferentes. En cualquier caso, está implícito un problema en ambos criterios, consistente en que el transporte de carga lleva anejos unos costes notablemente menores, ya que, por ejemplo, no son necesarias tripulaciones auxiliares, el aprovechamiento de la flota es mayor, en principio, debido a que todos los horarios son comerciales, los valores de iguales modelos

de avión son inferiores debido a que se requieren menos equipos especiales, las atenciones en tierra son igualmente menores, etc.

En consecuencia, aceptamos como criterio de imputación el III, ya que no tiene ninguno de los inconvenientes anteriores. Dado que se trata de imputar costes o precios internacionales, se tomará como expresión válida la (3 - 24).

Las informaciones de tráfico y económicas de OACI, citadas en otros epígrafes, permiten estimar los valores de la expresión (3 - 24), ya que a nivel global se especifican los costes totales, así como los ingresos de pasaje y carga correspondientes al tráfico regular, en tanto que los del no regular se presentan conjuntamente.

En consecuencia y admitiendo que la proporción entre los ingresos de pasaje y carga que se producen en el tráfico regular tienen lugar a nivel total, podremos expresar:

$$\sum_{k=1}^m C I P_k = \sum_{k=1}^m I P_k \frac{\sum_{k=1}^m C T_k}{\sum_{k=1}^m I T_k} \quad (3 - 25)$$

$$\sum_{k=1}^m C I C_k = \sum_{k=1}^m I C_k \frac{\sum_{k=1}^m C T_k}{\sum_{k=1}^m I T_k} \quad (3 - 26)$$

Para obtener el coste por AKO o por TKOC, basta con dividir respectivamente las expresiones (3 - 25) y (3 - 26) por la suma de AKO y TKOC de las compañías, es decir:

$$C^* AKO = \frac{C I P_k}{\sum_{k=1}^m AKO_k} \quad (3 - 27)$$

$$C^* TKO C = \frac{C I C_k}{\sum_{k=1}^m TKO C_k} \quad (3 - 28)$$

Si se admite que la relación entre las expresiones (3 - 27) y (3 - 28) es válida para todas las flotas y en todas las gamas de distancias, es decir:

$$\frac{C^* AKO}{C^* TKO C} = K_1 \quad (3 - 29)$$

Para cualquier flota cuyos costes totales por avión, estimados en el epígrafe anterior, en función de la distancia vienen dados por la expresión:

$$C T D_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2 \quad (3 - 30)$$

Se cumplirá la siguiente relación:

$$C T D_i = A_i \cdot C^* T A_i + T C_i \cdot C^* T C_i \quad (3 - 31)$$

teniendo en cuenta la hipótesis expresada en (3 - 29), resulta que:

$$C^* T A_i = C T D_i \frac{1}{A_i + \frac{1}{K_1} T C_i} \quad (3 - 32)$$

$$C^* T C_i = C T D_i \frac{1}{K_1 \cdot A_i + T C_i} \quad (3 - 33)$$

Queda, de esta forma, definida la forma de calcular, para cualquier tipo de flota, el coste total imputable por asiento y tonelada de carga, según la distancia del vuelo.

Los datos básicos para el cálculo de (3 - 25), (3 - 26), (3 - 27) y (3-29) figuran en el Anexo D, Cuadro: C - 3 - 28.

El valor que resulta para  $1/K_1$ , es decir, la relación que admitimos como válida para cualquier flota y cualquier distancia, entre el coste de transportar una tonelada y el de transportar un pasajero es 4,12077.



En el Anexo C, se representan gráficamente las funciones de coste por vuelo, asiento, tonelada, asiento-km y tonelada-km, para las distintas flotas y bajo el supuesto de imputación de costes explicado anteriormente. Es decir, en este caso no ocurre lo mismo que en los epígrafes anteriores, en los cuales los costes se distribuían por asiento o tonelada pero sin realizar imputación de costes a las producciones de pasaje y carga, ya que aquí quedan determinados los costes con los cuales se realizará la agregación de las producciones parciales de pasaje y carga y, como consecuencia, la valoración de la producción total - transportada-vendida - por cada compañía.

La numeración de los gráficos correspondientes a este epígrafe, contenidos en el Anexo D, es la siguiente:

$C^{\#} T A_i$  coste total por asiento en función de la distancia

$C^{\#} T T C_i$  coste total por tonelada de carga en función de la distancia.

Gráficos: G - 3 - 145, ..., G - 3 - 150

$C^{\#} T AKO_i$  coste total por asiento-km en función de la distancia.

$C^{\#} T TKO C_i$  coste total por tonelada-km de carga en función de la distancia.

Gráficos: G - 3 - 151, ..., G - 3 - 156

Se utilizarán los símbolos con  $\#$  para especificar que se ha realizado la imputación de costes.

En los gráficos G - 3 - 151, ..., G - 3 - 156, se aprecia de forma muy clara como varían los costes al entrar los aviones en las zonas de limitaciones de carga de pago.

A continuación se incluyen, a título de ejemplo, los gráficos del  $C^{\#} T AKO_i$  y  $C^{\#} T TKO C_i$  correspondientes a las flotas B-747 y DC-10.

PESETAS

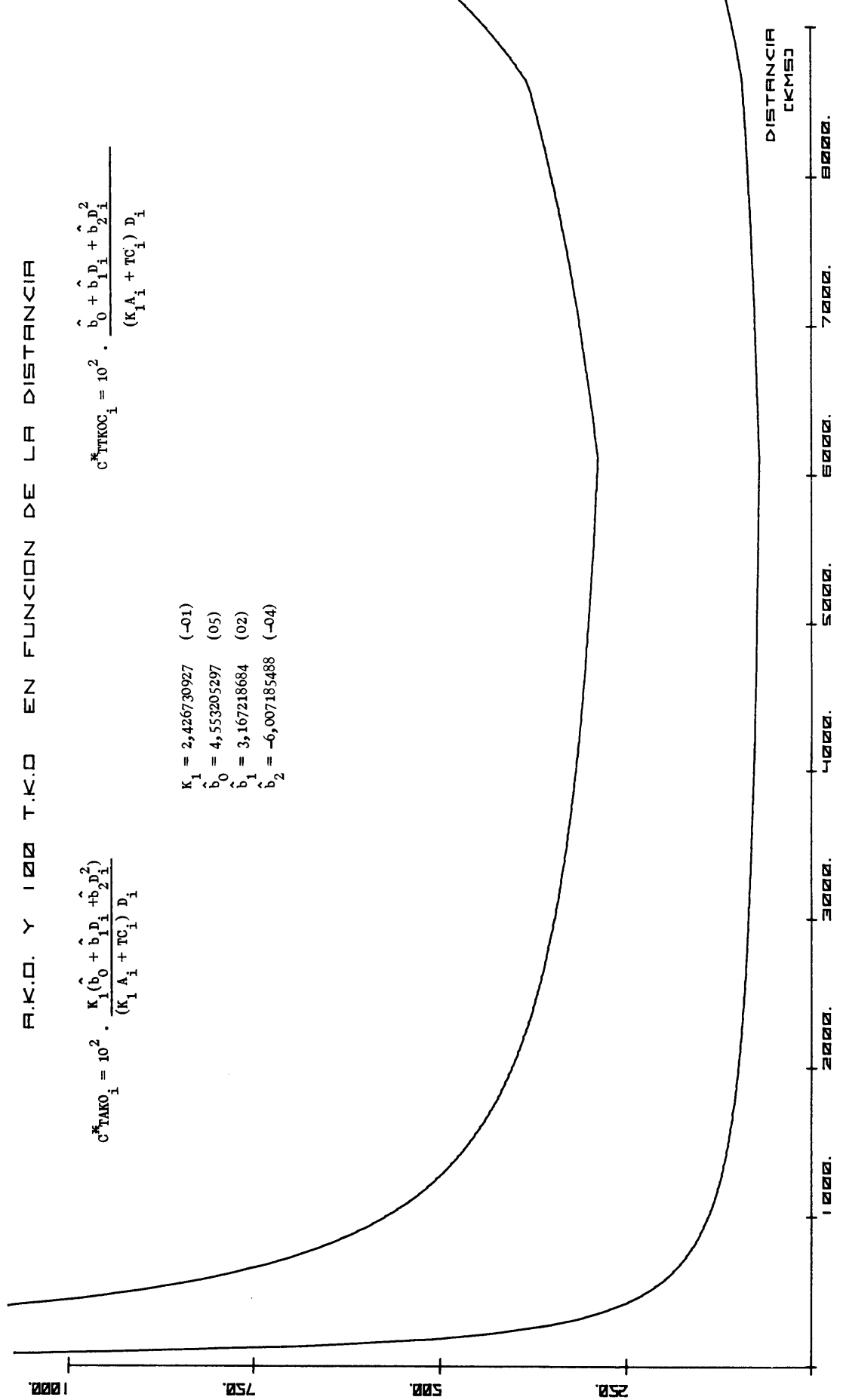
BOEING-747

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE A 100  
A.K.O. Y 100 T.K.O. EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{TAKO_i}^* = 10^2 \cdot \frac{K_1 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2)}{(K_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$$C_{TTKOC_i}^* = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{(K_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $\hat{b}_0 = 4,553205297$  (05)  
 $\hat{b}_1 = 3,167218684$  (02)  
 $\hat{b}_2 = -6,007185488$  (-04)



PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE A 100  
A.K.D. Y 100 T.K.D EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C^* \text{ TAKO}_i = 10^2 \cdot \frac{K_1 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2)}{(K_1 A_i + TC_1) D_i}$$

$$C^* \text{ TTKOC}_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{(K_1 A_i + TC_1) D_i}$$

$K_1 = 2,426730927 (-01)$   
 $\hat{b}_0 = 3,222908707 (05)$   
 $\hat{b}_1 = 2,552200596 (02)$   
 $\hat{b}_2 = -1,151360748 (-04)$

1000

800

600

400

200

DISTANCIA  
(KMS)

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

Otro procedimiento para distribuir los costes de la producción conjunta entre las funciones de carga y pasaje podría haber sido el siguiente : calcular para un tipo de flota análogo a los estudiados, los costes de carga que se producirían en el caso de una versión pura de avión carguero. Si esta operación se realizase con todos los tipos de flota, tomaríamos como coste del transporte de una  $T_n$  para una distancia  $D_i$ , el que resultase menor de los aviones estudiados. De esta forma, se aplicaría este coste a la producción conjunta para obtener el coste por asiento para cada tipo de avión y cada distancia. Este sistema que teóricamente parece más correcto que el aplicado en esta tesis, tiene el inconveniente de que en la práctica resulta difícil de aplicar, ya que son muy pocas las compañías que se dedican en exclusiva al transporte de mercancías.

Sin embargo, la información existente sobre compañías de Estados Unidos, relativa a costes de transporte conjunto y de transporte de mercancías, permite, en cierta medida, comparar los resultados obtenidos con el procedimiento de cálculo aceptado y con la realidad de estas compañías. Para estas compañías resulta que la relación entre el coste por tonelada-km ofrecida y el correspondiente al asiento-km ofrecido es de 3,6114.

En el procedimiento aceptado previamente, el valor de  $1/k_1$  era 4,12077; evidentemente la diferencia existente entre ambos valores, un 14,10%, no es tan significativa como para desechar dicho procedimiento, máxime si se tiene en cuenta que la alternativa que en principio consideramos como más correcta, semejante, aunque con más información, al contraste realizado con las compañías americanas, no es susceptible de llevar a la práctica.

Los datos básicos de dichas compañías, así como el resultado obtenido, figuran en el Anexo C: cuadro C - 3 - 29.

Una vez obtenidas las funciones de costes de pasaje y carga, por flotas, estamos ya en condiciones de realizar la agregación de la producción por Compañías. Este proceso lo realizaremos en el primer epígrafe del capítulo siguiente.



#### 4.- FUNCIONES DE PRODUCCION



En el primer epígrafe de este capítulo se agregará la producción con arreglo a las funciones de costes estimadas en el epígrafe 3-6. Para ello se partirá de los datos de tráfico de las compañías objeto de estudio.

En el segundo epígrafe se estimarán tres funciones de producción y se realizará una comparación entre los niveles reales y teóricos de la producción de las distintas compañías. Asimismo, se analizarán los resultados de las distintas estimaciones, en especial en el aspecto relativo al grado de homogeneidad de las funciones.

#### 4.1. AGREGACION DE LA PRODUCCION

Tal como se explicó en el epígrafe 2.1. - Metodología de la Agregación - el valor teórico agregado de la producción global de una compañía es igual a la suma de valores teóricos agregados de las producciones de pasaje y carga.

En el epígrafe 3-6 se estimó la función de costes de cada flota, por lo cual, para cada distancia - teniendo en cuenta su función de carga de pago - se pueden conocer los costes de transportar un pasajero o una tonelada en las mejores condiciones, es decir, supuesto un índice de aprovechamiento del 100% para todas las flotas, dicho óptimo será aquel para el cual los costes son mínimos.

Los resultados obtenidos para los distintos tipos de avión, parece que, en principio, dan lugar a que las flotas de mayor capacidad resultan prácticamente en todos los casos, más ventajosas desde el punto de vista económico que las que tienen menor capacidad de pago. Sin embargo, este hecho no se produce en la realidad de forma tan clara, ya que en general con las flotas de menor capacidad se consiguen mejores índices de aprovechamiento.

Por tanto, aunque para agregar la producción se van a tomar como costes los de las flotas para los cuales éstos son menores, al tomar como producción física la demanda y no la oferta, el factor anterior queda paliado, pues una compañía que operase con flotas de menor capacidad puede tener mayor producción, aun



que las ofertas globales fuesen iguales que otra compañía que utilizase flotas de mayor capacidad - esta última tendría en general menores costes - porque es plausible pensar que conseguiría una mejor adecuación entre oferta y demanda.

Dado que la función de costes mínimos por asiento (la de tonelada de carga es análoga a ella y con parámetros proporcionales) es prácticamente lineal, el proceso de ponderación que vamos a aceptar como válido es el que se deriva de considerar que todos los pasajeros (análogamente sería para la carga) vuelan etapas iguales a la distancia media. Evidentemente, en la medida en que la función de costes mínimos tenga menor carácter lineal, menor validez tendrá el procedimiento admitido para agregación de la producción.

En el proceso de agregación de la producción de cada compañía, vamos a utilizar dos procedimientos análogos formalmente, pero con la diferencia de que en el primero se utilizarán como factores de ponderación de cada producto los costes totales medios mínimos correspondientes a cada uno de los productos, en tanto que en el segundo, dichos factores de ponderación serán los costes medios mínimos sin incluir el correspondiente al combustible.

El hecho de considerar o no al combustible, se deriva del hecho de que en un caso se estima el valor de la producción final y en el otro caso el valor estimado coincide en gran medida con el concepto de valor añadido. En cualquier caso y tal como se verá en los resultados obtenidos por empresa, la correlación entre ambos valores es tan fuerte que cualquiera de ellos es útil a efectos de considerarlo como indicador de la producción.



Para formular las expresiones que permitan calcular el valor de la producción agregada de la compañía k-ésima, vamos a emplear la siguiente notación:

$P_k$	pasajeros transportados
$P K T_k$	pasajeros-km realizados
$D M P_k$	distancia media volada por los pasajeros
$T C_k$	toneladas transportadas de carga
$T K T C_k$	toneladas-km transportadas de carga
$D M T C_k$	distancia media a que ha sido transportada cada tonelada
$V T P P_k$	valor teórico de la producción de pasaje, en el caso en que se incluye el coste del combustible
$V T P C_k$	valor teórico de la producción de carga, en el caso en que se incluye el coste del combustible
$V T P G_k$	valor teórico de la producción global, en el caso en que se incluye el coste del combustible
$C T M P_{D M P_k}$	coste total mínimo que por pasajero, incluyendo todos los costes, tiene lugar para la distancia media volada por el pasaje
$C T M T C_{D M T C_k}$	coste total mínimo que por tonelada de carga, incluyendo todos los costes, tiene lugar para la distancia media a que ha sido transportada cada tonelada

Las relaciones que podemos formular son las siguientes:

$$V T P P_k = P_k \cdot C T M P_{D M P_k} \quad (4 - 1)$$

$$V T P C_k = T C_k \cdot C T M T C_{D M T C_k} \quad (4 - 2)$$

$$V T P G_k = V T P P_k + V T P C_k \quad (4 - 3)$$

Para obtener las distancias medias voladas por pasajero y tonelada hay que dividir los pasajero-km o toneladas-km por el número de pasajeros o toneladas respectivamente.

Si denominamos con los mismos símbolos pero con asterisco, a los costes y a los valores de producción, en el caso en que no se incluya el combustible, podremos formular relaciones análogas a (4-1), (4-2) y (4-3), para estimar valores añadidos por empresa.

En el Anexo D, cuadro: C - 4 - 1, figura la información básica de tráfico por compañías necesaria para estimar los valores de la producción. Aplicando a estos datos las funciones de costes correspondientes, se obtienen los valores de la producción en los dos supuestos considerados: I) Incluyendo todos los costes; II) No incluyendo en los costes los correspondientes al combustible.

En el cuadro C - 4 - 2 se reflejan los valores absolutos de las agregaciones de la producción, bajo los supuestos I y II explicados anteriormente. Asimismo, se refleja el valor de los índices de producción por compañías en relación a una compañía media, entendiendo por tal a la que resultaría de fusionar a todo el conjunto muestral y dividir dicho valor por 26, que es el tamaño de la muestra. Por último, figura en dicho cuadro la participación relativa del pasaje y la carga en la producción global de cada compañía.

CONCEPTOS	I AGREGACION						II AGREGACION											
	P A S A J E			C A R G A			T O T A L			P A S A J E			C A R G A			T O T A L		
	V T P P <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	% S. TOTAL	V T P C <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	TOTAL	V T P G <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	INDICE ( 1 )	V T P P <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	% S. TOTAL	V T P C <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	% S. TOTAL	V T P G <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	INDICE ( 1 )	V T P P <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	% S. TOTAL	V T P C <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	% S. TOTAL	V T P G <sub>k</sub> (Ptas. 1974)	INDICE ( 1 )
COMPANIAS																		
AEROLINEAS	2.404.605.532	90,9	241.411.467	9,1	2.646.016.999	26,7	1.898.750.984	91,4	178.791.696	8,6	2.077.542.680	26,7	3.202.225.216	88,1	432.897.793	11,9	3.635.123.009	46,7
QANTAS	4.481.749.646	87,9	615.473.224	12,1	5.097.222.870	51,5	2.408.002.422	80,5	583.052.360	19,5	2.991.054.782	38,4	2.807.247.633	83,9	537.383.279	16,1	3.344.630.912	43,0
SABENA	3.092.949.399	79,8	782.016.262	20,2	3.874.965.661	39,2	11.990.253.470	92,3	999.232.859	7,7	12.989.486.329	166,8	950.610.359	88,6	122.286.027	11,4	1.072.896.386	13,8
VARIG	3.585.888.123	83,2	722.680.160	16,8	4.308.568.283	43,5	2.202.983.712	88,5	286.065.707	11,5	2.489.049.419	32,0	1.062.467.949	94,7	59.121.789	5,3	1.121.589.738	14,4
AIR CANADA	15.052.148.580	91,8	1.343.985.871	8,2	16.396.134.451	165,7	1.679.607.213	94,9	90.845.847	5,1	1.770.453.060	22,7	10.895.665.180	86,8	1.661.190.363	13,2	12.556.855.543	161,3
LAN CHILE	1.197.950.561	88,2	160.358.692	11,8	1.358.309.253	13,7	10.279.863.970	85,1	1.797.213.976	14,9	12.077.077.946	155,1	2.202.983.712	88,5	268.002.617	16,7	1.600.537.583	20,6
AVIANCA	2.648.143.635	88,4	348.080.914	11,6	2.996.224.549	30,3	7.843.911.094	91,0	773.451.806	9,0	8.617.362.900	110,7	1.679.607.213	94,9	90.845.847	5,1	1.770.453.060	22,7
EGYPTAIR	1.345.176.415	94,6	76.612.902	5,4	1.421.789.317	14,4	10.895.665.180	86,8	1.661.190.363	13,2	12.556.855.543	161,3	1.679.607.213	94,9	90.845.847	5,1	1.770.453.060	22,7
FINNAIR	1.981.490.297	94,4	117.673.265	5,6	2.099.163.562	21,2	10.279.863.970	85,1	1.797.213.976	14,9	12.077.077.946	155,1	10.895.665.180	86,8	1.661.190.363	13,2	12.556.855.543	161,3
AIR FRANCE	13.842.783.950	86,7	2.131.387.506	13,3	15.974.171.456	161,4	10.279.863.970	85,1	1.797.213.976	14,9	12.077.077.946	155,1	10.895.665.180	86,8	1.661.190.363	13,2	12.556.855.543	161,3
LUFTHANSA	12.739.743.680	84,2	2.392.147.944	15,8	15.131.891.624	152,9	1.332.534.966	83,3	268.002.617	16,7	1.600.537.583	20,6	10.279.863.970	85,1	1.797.213.976	14,9	12.077.077.946	155,1
AIR INDIA	1.834.218.654	83,0	374.542.688	17,0	2.208.761.342	22,3	1.332.534.966	83,3	268.002.617	16,7	1.600.537.583	20,6	1.332.534.966	83,3	268.002.617	16,7	1.600.537.583	20,6
ALITALIA	9.914.173.415	90,6	1.026.308.976	9,4	10.940.482.391	110,6	7.843.911.094	91,0	773.451.806	9,0	8.617.362.900	110,7	7.843.911.094	91,0	773.451.806	9,0	8.617.362.900	110,7
JAPAN	14.757.385.230	87,9	2.026.909.120	12,1	16.784.294.350	169,6	11.658.427.270	88,6	1.502.915.075	11,4	13.161.342.345	169,0	11.658.427.270	88,6	1.502.915.075	11,4	13.161.342.345	169,0
AERO-MEXICO	2.942.291.496	95,5	139.000.254	4,5	3.081.291.750	31,1	2.389.098.356	95,6	108.847.234	4,4	2.497.945.590	32,1	2.389.098.356	95,6	108.847.234	4,4	2.497.945.590	32,1
K.L.M.	9.157.121.632	84,3	1.701.968.366	15,7	10.859.089.998	109,7	6.992.447.431	84,6	1.268.570.878	15,4	8.261.018.309	106,1	6.992.447.431	84,6	1.268.570.878	15,4	8.261.018.309	106,1
T.A.P.	3.073.551.870	93,8	202.212.411	6,2	3.275.764.281	33,1	2.389.147.427	94,0	152.104.466	6,0	2.541.251.893	32,6	2.389.147.427	94,0	152.104.466	6,0	2.541.251.893	32,6
IBERIA	11.217.632.580	93,8	741.686.235	6,2	11.959.318.815	120,9	9.243.774.656	94,0	586.268.064	6,0	9.830.042.720	126,3	9.243.774.656	94,0	586.268.064	6,0	9.830.042.720	126,3
BEA	11.241.405.730	94,4	671.114.425	5,6	11.912.520.155	120,4	9.522.670.876	94,4	561.155.288	5,6	10.083.826.164	129,5	9.522.670.876	94,4	561.155.288	5,6	10.083.826.164	129,5
BOAC	9.922.744.024	82,4	2.114.811.606	17,6	12.037.555.630	121,6	7.150.038.843	82,7	1.498.208.045	17,3	8.648.246.888	111,1	7.150.038.843	82,7	1.498.208.045	17,3	8.648.246.888	111,1
AMERICAN	36.733.543.890	91,0	3.654.842.112	9,0	40.388.386.002	408,1	29.313.663.820	91,2	2.813.315.812	8,8	32.126.979.632	412,6	29.313.663.820	91,2	2.813.315.812	8,8	32.126.979.632	412,6
BRANIFF	11.186.207.000	94,3	681.556.122	5,7	11.867.763.122	119,9	9.108.324.068	94,5	526.514.471	5,5	9.634.838.539	123,7	9.108.324.068	94,5	526.514.471	5,5	9.634.838.539	123,7
NATIONAL	10.514.592.290	95,5	491.349.317	4,5	11.005.941.607	111,2	8.465.306.606	95,7	381.245.477	4,3	8.846.552.083	113,6	8.465.306.606	95,7	381.245.477	4,3	8.846.552.083	113,6
P.A.A.	30.361.879.130	85,3	5.230.996.574	14,7	35.592.875.704	359,7	23.120.189.100	85,9	3.785.742.527	14,1	26.905.931.627	345,6	23.120.189.100	85,9	3.785.742.527	14,1	26.905.931.627	345,6
VIASA	897.745.164	79,6	229.535.006	20,4	1.127.280.170	11,4	679.284.465	79,5	175.182.479	20,5	854.466.944	11,0	679.284.465	79,5	175.182.479	20,5	854.466.944	11,0
S.A.A.	3.578.543.877	92,6	287.016.701	7,4	3.865.560.578	39,1	2.807.770.775	92,9	216.030.863	7,1	3.023.801.638	38,8	2.807.770.775	92,9	216.030.863	7,1	3.023.801.638	38,8
TOTAL	229.705.665.800	89,0	28.505.678.120	11,0	258.211.343.920	100,0	181.394.267.861	89,5	21.365.636.798	10,5	202.759.904.659	100,0	181.394.267.861	89,5	21.365.636.798	10,5	202.759.904.659	100,0

(1) Base 100: La Compañía Media -4.884.052 pasajeros en una etapa de 1722Kms y 96.185 Toneladas en una etapa de 3340 Kms -

La suma de los índices de las agregaciones I y II es respectivamente 25.701 y 26.042. El que la suma no sea igual a 26.000 se debe al hecho, citado anteriormente, de que la función de costes tomada para agregar no es totalmente lineal; en cualquier caso, las diferencias respecto a 26.000 son muy pequeñas, máxime si se tiene en cuenta que la diversidad de etapas para pasajeros y toneladas en las distintas compañías son bastante notables.

Los valores obtenidos anteriormente son una prueba de la validez de la hipótesis utilizada para agregar, considerar al pasaje y a la carga como si todo él se transportase sobre las respectivas etapas medias.

La diferencia que en valor de la producción resulta entre los dos tipos de agregación es del orden de un 11%; este valor representa una estimación por defecto del peso relativo de los costes del combustible con referencia al montante total de los costes, ya que en la estimación del consumo de combustible la muestra es real y lleva implícitos unos índices de aprovechamiento que no son por supuesto del 100%, sino notablemente inferiores. Si la estimación del consumo se hubiese hecho con valores teóricos, los que fijan los manuales de vuelo y con índices de aprovechamiento del 100%, el consumo estimado por avión y vuelo, en función de la distancia, habría sido superior.

#### 4.2. FUNCIONES DE PRODUCCION

Una vez definida la producción, vamos a explicar el comportamiento de ella en función de un conjunto de variables exógenas, que consideramos como las más significativas desde el punto de vista de la producción.

Para ello, vamos a proponer tres modelos de tipo Cobb-Douglas, analizando posteriormente los resultados a que da lugar cada uno de ellos.

##### I Modelo

El valor de la producción se explica a través de una función de los siguientes factores productivos:

- Número medios de pilotos empleados
- Valor del capital medio inmovilizado en flota
- Número medio de tripulantes auxiliares empleados
- Resto del personal empleado, sin incluir el correspondiente a la función de mantenimiento.

La no inclusión del personal de mantenimiento, del combustible y de otras inversiones en capital, como factores de la producción es debido a distintas razones.

En el caso del personal de mantenimiento, su no inclusión se debe a que con relativa frecuencia se presenta el caso de compañías que subcontratan dicha actividad con empresas especializadas; si se optase por la inclusión de este factor, se distorsionarían en cierta medida los resultados del estudio.

En el caso del combustible, la razón radica en la imposibilidad de estimar, con cierta fiabilidad, el consumo de cada compañía, ya que la información existente proporciona el coste total del combustible, pero la variable precio se desconoce. En general, las compañías operan en una red de puntos lo suficientemente amplia para que, dadas las diferencias de precios existentes en los distintos aeropuertos, no se deba aceptar como válido el precio del centro principal de operaciones correspondiente, el cual, por otra parte, se desconoce para el año 1.972.

Por último, respecto al factor otras inversiones de capital, que fundamentalmente son complementarias de la flotas, las principales razones para su no inclusión son las siguientes:

- a) Fuerte correlación positiva con el montante de la inversión en flota.
- b) En aquellos casos en que el mantenimiento se subcontrata, existe un desequilibrio notable entre las inversiones en flota y las realizadas en otros conceptos, fundamentalmente por lo que representan las inversiones en aquel capítulo. Esto da lugar a que si se incluyese tal partida, habría que matizar excesivamente los resultados.

Las razones expuestas anteriormente son, en cierta medida, aplicables a algunos de los factores incluidos, ya que, por ejemplo, en el caso de las ventas o de las operaciones aeroportuarias existen de unas compañías a otras notables diferencias. En el caso comercial existen compañías donde el montante de las ventas, tanto para la propia compañía como para terceros, alcanza niveles muy altos en relación al tamaño de la propia empresa; en tanto que otras compañías tienen, en gran medida, su red de ventas en manos de las agencias.

En el caso de las operaciones en tierra, existen países en los cuales todas las operaciones de "handling" están adjudicadas a una empresa especializada, que puede ser la propia compañía de bandera u otra. Esto da lugar a que existan otra serie de productos no evaluados en la producción, servicios a terceros, que alteran en cierta medida los resultados. En cualquier caso, todas estas dificultades no deben impedir el que tratemos de obtener, en la mejor medida posible, una función de producción que explique el comportamiento de la misma a través de los factores citados anteriormente.

## II Modelo

El valor de la producción se explica en función de los siguientes factores:

- Número medio de pilotos empleados
- Valor del capital medio invertido en flota.

La razón fundamental de la especificación de este modelo radica en que, tal como se verá más adelante, las tripulaciones auxiliares guardan una fuerte correlación con el valor inmovilizado en flota, en tanto que el resto del personal es la variable que prácticamente no aporta nada a la explicación del comportamiento de la producción.

En este caso el valor de la producción se expresa como una función de los factores siguientes:

- Número medio de personal empleado
- Valor del capital medio inmovilizado en flota y en otras inversiones materiales.

Para evitar los problemas de multicolinealidad que se producirían al considerar un número de variables exógenas superior a dos y recoger al mismo tiempo los dos factores clásicos de la producción, se ha especificado este modelo. En principio y como modelo sencillo es el que más se ha aplicado para explicar el comportamiento de la producción; sin embargo, en el transporte aéreo, la sustitución entre el capital y el trabajo se realiza fundamentalmente entre aviones y tripulantes técnicos. Si se pensase en la distribución de la renta de la empresa y admitiendo que se cumplen los supuestos básicos de la teoría marginalista, este modelo sería el más adecuado.

En cualquier caso, no debemos olvidar que, tal como afirma SEGURA<sup>1</sup>: "la elección a priori de una determinada característica funcional es siempre arbitraria y la bondad del ajuste no habilita a suponer que la función obtenida sea precisamente la verdadera".

Las razones fundamentales para la elección de un tipo de función COBB-DOUGLAS radica en lo que dicho autor destaca como conclusiones de este tipo de funciones.<sup>2</sup>

- La función analizada está bien definida en todos los casos y además pertenece al grupo de las de buen comportamiento en el caso de que presente rendimientos constantes de escala.

---

1.- SEGURA, J. (1.969). Op. citada, pág. 39

2.- SEGURA, J. (1.969). Op. citada, pág. 42



- Se caracteriza por tener rendimientos decrecientes por separado para cada factor y por ser de elasticidad de sustitución unitaria.
- Da lugar a una función de costes lineal logarítmica en que el coste total es proporcional al volumen de producción en caso de rendimientos constantes.

Dada la forma de producción del transporte aéreo, en el cual las compañías, por tratarse de un servicio público, deben aceptar el tráfico que se les solicite, tal como afirma KLEIN<sup>3</sup> para el caso de los ferrocarriles americanos, la industria no sigue ni el modelo de competencia perfecta, ni el de monopolio; estos hechos son válidos en nuestro caso.

Una de las grandes ventajas de las funciones del tipo de las propuestas es que, tal como afirman CELIS e IZQUIERDO<sup>4</sup>: "para un nivel de producción dado, existe en ella una combinación de factores que minimiza el coste sin implicar, como en el caso lineal, concentrarse en uno sólo de los factores".

Una vez realizadas las consideraciones más importantes sobre cada modelo, veamos ahora la especificación de éstos:

#### I Modelo

$$P_i = e^{b_0} \cdot C F_i^{b_1} \cdot T T_i^{b_2} \cdot T A_i^{b_3} \cdot R T_i^{b_4} \cdot e^{u_i} \quad (4 - 4)$$

#### II Modelo

$$P_i = e^{b_0} \cdot C F_i^{b_1} \cdot T T_i^{b_2} \cdot e^{u_i} \quad (4 - 5)$$

#### III Modelo

$$P_i = e^{b_0} \cdot C M_i^{b_1} \cdot T_i^{b_2} \cdot e^{u_i} \quad (4 - 6)$$

3.- KLEIN, L.R : (1.958): Op. citada. Pág, 281

4.- CELIS BORES, J.M. e IZQUIERDO DE BARTOLOME, R.: "FUNCIONES DE PRODUCCION EN LOS TRANSPORTES". Revista "De Economía" nº 108. Madrid, 1.969.

El significado de las distintas variables, para la compañía  $i$ -ésima, es el siguiente:

- $P_i$  : Valor de la producción agregada expresada en pesetas. Se ha utilizado como agregación aquella que incluye el coste del combustible.
- $C F$  : Valor del inmovilizado medio en flota, expresado en miles de \$ USA. Este valor se considera sin deducir el fondo de amortización.
- $T T_i$  : Número de pilotos que, a mitad del ejercicio económico, existían en la compañía.
- $T A_i$  : Número de auxiliares de vuelo a mediados del ejercicio económico.
- $R T_i$  : Resto de trabajadores, excepto el personal de mantenimiento, a mediados del ejercicio económico.
- $C M_i$  : Valor total medio del inmovilizado material - incluye la flota y otras inversiones tangibles. No está deducido el fondo de amortización.
- $T_i$  : Plantilla total de trabajadores a mediados del ejercicio económico.

Las producciones teóricas agregadas por Compañías son las correspondientes al año 1.972, pero evaluadas con el sistema de precios de 1.974. Asimismo, los valores de las variables exógenas son los correspondientes a 1.972, es decir, el año al que corresponden las cifras de producción. El hecho de que el inmovilizado esté expresado en dólares de 1.972 no afecta en absoluto ni al significado de los parámetros ni al valor de las estimaciones de los mismos, excepto en el caso de  $\hat{b}_0$  que es precisamente el que recoge los cambios de escala de las variables.

Dado el tipo de función propuesta, los parámetros  $b_1$ ,  $b_2$  y  $b_4$  significan las elasticidades de la producción respecto a cada uno de los factores. Indudablemente, para cada tipo de modelo, dichos parámetros tienen significados distintos, dependientes exclusivamente de las variables exógenas de cada modelo, ya que en todos los casos la variable endógena es la misma.

La consideración de valores brutos del inmovilizado, en vez de valores netos, se debe al hecho de evitar la perturbación que originarían las distintas políticas de amortización de las empresas; tal vez hubiese sido útil, aunque complicado, el utilizar una variable que reflejase el grado de modernización de las inversiones.

Los datos básicos sobre los valores de las variables, para estimar los modelos propuestos, figuran en el Anexo D: Cuadro C - 4 - 3.

Por lo que se refiere a las estimaciones mínimo cuadráticas de (4 - 4), (4 - 5) y (4 - 6), figuran a continuación en los cuadros: C - 4 - 4, C - 4 - 5 y C - 4 - 6.

$$P_i = e^{b_0 + CF_i^{b_1} + TT_i^{b_2} + TA_i^{b_3} + RT_i^{b_4} + e^{u_i}}$$

CUADRO: C-4-4

CONCEPTOS	$\hat{b}_0$	$\hat{b}_1$	$\hat{b}_2$	$\hat{b}_3$	$\hat{b}_4$
ESTIMACION DE LOS PARAMETROS	1,384450827 (01)	2,137803745 (-01)	6,146003456 (-01)	2,698794330 (-01)	9,751872121 (-03)
DESVIACIONES TIPICAS	1,177332814 (00)	1,961907774 (-01)	1,834462073 (-01)	2,537556747 (-02)	1,431327212 (-01)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLE

$y = \ln P_i$	$r_{yx_1}^2$	$r_{yx_2}^2$	$r_{yx_3}^2$	$r_{yx_4}^2$	$r_{x_1x_2}^2$
$x_1 = \ln CF_i$	8,803052767 (-01)	9,160177266 (-01)	9,060651659 (-01)	7,373620278 (-01)	8,341971733 (-01)
$x_2 = \ln TT_i$	$r_{x_1x_3}^2$	$r_{x_1x_4}^2$	$r_{x_2x_3}^2$	$r_{x_2x_4}^2$	$r_{x_3x_4}^2$
$x_3 = \ln TA_i$	9,320786642 (-01)	7,356292908 (-01)	8,786149385 (-01)	7,443900649 (-01)	7,601253304 (-01)
$x_4 = \ln RT_i$					
TAMAÑO DE LA MUESTRA: $n = 26$					

COEFICIENTES DE DETERMINACION PARCIAL Y MULTIPLE

$r_{y1.234}^2$	$r_{y2.134}^2$	$r_{y3.124}^2$	$r_{y4.123}^2$	$R_{y.1234}^2$
2,742156801 (-03)	3,159822484 (-02)	5,315583210 (-03)	1,020903800 (-03)	9,439725309 (-01)

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DEL MODELO II

$$P_i = e_{o_i} + CF_i^{b_1} + TT_i^{b_2} + e_{u_i}$$

CUADRO: C-4-5

CONCEPTOS	PARAMETROS	$\hat{b}_0$	$\hat{b}_1$	$\hat{b}_2$
ESTIMACION DE LOS PARAMETROS		1,305251097 (01)	3,789406829 (-01)	7,188877159 (-01)
DESVIACIONES TIPICAS DE LOS ESTIMADORES $\hat{sb}_i$		7,834535183 (-01)	1,221393705 (-01)	1,482974922 (-01)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLE

$y = \ln P_i$ $x_1 = \ln CF_i$ $x_2 = \ln TT_i$
---

$r_{yx_1}^2$	$r_{yx_2}^2$	$r_{x_1x_2}^2$
8,803052767 (-01)	9,160177266 (-01)	8,341971733 (-01)

COEFICIENTES DE DETERMINACION PARCIAL Y MULTIPLE

$r_{yx_1x_2}^2$	$r_{yx_2x_1}^2$	$R_{y \cdot x_1x_2}^2$	TAMAÑO DE LA MUESTRA
2,950333863 (-01)	5,053691821 (-01)	9,407952724 (-01)	n = 26

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DEL MODELO III

$$P_i = e^{b_0} \cdot CM_i^{b_1} \cdot T_i^{b_2} \cdot e^{u_i}$$

CUADRO: C-4-6

CONCEPTOS	PARAMETROS	$\hat{b}_0$	$\hat{b}_1$	$\hat{b}_2$
ESTIMACION DE LOS PARAMETROS		1,093727713 ( 01)	8,444340785 (-01)	7,196752662 (-02)
DESVIACIONES TIPICAS DE LOS ESTIMADORES ( $sb_i$ )		6,999897864 (-01)	2,228916290 (-02)	4,064038236 (-02)

COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLE

$y = L_n P_i$
$x_1 = L_n CM_i$
$x_2 = L_n T_i$

$r^2_{yx_1}$	$r^2_{yx_2}$	$r^2_{x_1 x_2}$
8,974163015 (-01)	7,496922429 (-01)	8,153564872 (-01)

COEFICIENTES DE DETERMINACION PARCIAL Y MULTIPLE

$r^2_{yx_1 \cdot x_2}$	$r^2_{y \cdot x_1 x_2}$	TAMAÑO DE LA MUESTRA
5,925301321 (-01)	5,759490041 (-03)	n = 25

Las conclusiones más importantes que se derivan de las estimaciones realizadas son las siguientes:

## I Modelo

- El coeficiente de determinación múltiple toma un valor suficientemente representativo de la bondad del ajuste.
- Los coeficientes de correlación simple entre las variables exógenas son bastante altos, especialmente el que existe entre el capital en flota y las tripulaciones auxiliares, lo cual es síntoma de la existencia de multicolinealidad.
- La estimación con mayor grado de acuracidad es la correspondiente a la elasticidad de la producción respecto al número de pilotos.
- El valor que toma la elasticidad de la producción respecto al resto del personal es muy pequeña, por lo cual y, debido al fuerte valor de su desviación típica, da lugar a que se pudiese aceptar la hipótesis de que toma un valor nulo.
- Todas las elasticidades son positivas, lo cual es equivalente a que las productividades marginales de cada factor sean también del mismo signo.
- La suma de las elasticidades es mayor que la unidad, esto implica rendimientos crecientes de escala, lo cual a su vez implica que los costes medios serán una función decreciente del volumen de producción.

## II Modelo

- El coeficiente de determinación múltiple toma un valor ligeramente inferior al del I Modelo; sin embargo, el coeficiente de determinación corregido con los grados de libertad del modelo toma un valor mayor.

- El problema de la multicolinealidad, así como el de la falta de significación de una de las elasticidades, ha sido eliminado en cierta medida.
- Las estimaciones tienen un grado mayor de acuracidad que el que resultaba para el I modelo.
- Los valores de las elasticidades de la producción respecto al capital y a los pilotos toman valores superiores a los que resultaban para el I modelo.
- También en este caso se producen rendimientos de escala crecientes.

### III Modelo

- El coeficiente de determinación múltiple toma un valor menor que el que resultaba para los modelos anteriores.
- Las elasticidades son, al igual que en los casos anteriores, positivas, pero en tanto que en estos el valor de la elasticidad producción-pilotos era la mayor, para este modelo resulta que la elasticidad producción - inmovilizado material toma un valor doce veces superior al que corresponde a la elasticidad de la producción respecto al número de trabajadores.
- La suma de elasticidades es en este caso inferior a la unidad, por lo cual, los rendimientos de escala son decrecientes.

Como consecuencia del análisis parcial realizado para los tres modelos estimados, se puede concluir en que aunque el capital invertido en flota y los pilotos no pueden explicar "per se" el comportamiento de la producción, sin embargo, el II modelo es el que da lugar a mejores resultados estadísticos.



El hecho de que el III modelo de lugar a rendimientos decrecientes, puede ser debido a los siguientes hechos:

- Las grandes empresas tienen estructuras más complejas y, en general, prestan servicios a terceros que no están computados en su producción; también ocurre el caso inverso y es que las pequeñas empresas no realizan, o lo hacen en menor medida, algunas de las funciones complementarias del puro fenómeno del transporte de pasaje y mercancías.
- Por otra parte, los niveles de calidad que en general existen en el funcionamiento de las grandes compañías no son requeridos a niveles inferiores de empresas. Este hecho no se puede considerar en la producción.
- En lo referente al aspecto de que el resto de personal, en el I modelo, no expliqué prácticamente nada del comportamiento de la producción, se debe fundamentalmente al hecho de que las compañías dimensionan las flotas en función de su producción y de las estructuras de sus mercados y de sus redes, y el personal que no es tan directamente productivo se dimensiona, en gran medida, en función de la red de las compañías, lo cual no tiene siempre una relación muy fuerte con el volumen de producción.
- Las estimaciones realizadas de los parámetros quedan en gran parte condicionadas por la existencia de multicolinealidad, especialmente en el caso del modelo I. Este hecho, sin embargo, no afecta a las producciones estimadas; por lo cual, aunque no se pueden obtener conclusiones válidas, al menos en la misma medida, sobre las elasticidades, productividades marginales, etc., sí se tiene, en cualquier caso, a través de las relaciones entre producciones reales y estimadas, indicadores de la "eficacia relativa" de cada empresa en relación al conjunto muestra.

Las causas fundamentales de la "eficacia relativa" de cada empresa con relación al conjunto muestral, son las siguientes: a) Utilización de la flota; b) Actividad del personal; c) Estructura de la red; d) Índice de aprovechamiento de la oferta comercial.

A continuación se reflejan en el cuadro C - 4 - 7 los índices de producción de las distintas empresas, tanto los correspondientes a su producción real, como a las teóricas que se derivan de los distintos modelos, en relación a la compañía media del conjunto. Asimismo, se reflejan en porcentaje las relaciones entre los niveles de producción teórica y real. Evidentemente, cuanto mayores sean los cocientes entre los niveles teóricos y reales de producción, mejores serán los comportamientos de dichas empresas con relación al conjunto.

Los Gráficos adjuntos: G - 4 - 1, G - 4 - 2 y G - 4 - 3 reflejan los cocientes, expresados en tanto por ciento, entre los valores de la producción de cada Compañía estimados con cada modelo y el correspondiente valor real.

PRODUCCION REAL POR COMPAÑIAS EN REALCION A LA PRODUCCION MEDIA REAL  
Y A LAS PRODUCCIONES ESTIMADAS

CUADRO: C-4-7

	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Real Media}} \cdot 100$	MODELO I		MODELO II		MODELO III	
		$P_i = e^{b_0} \cdot CF_i^{b_1} \cdot TT_i^{b_2} \cdot TA_i^{b_3} \cdot RT_i^{b_4} \cdot e^{u_i}$	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Estimada}} \cdot 100$	$P_i = e^{b_0} \cdot C_i^{b_1} \cdot F_i^{b_2} \cdot T_i^{b_3} \cdot e^{u_i}$	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Estimada}} \cdot 100$	$P_i = e^{b_0} \cdot CM_i^{b_1} \cdot T_i^{b_2} \cdot e^{u_i}$	$\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Estimada}} \cdot 100$
Aerolineas	27,0	86,2		87,6		93,6	
Qantas	50,0	72,9		72,3		56,9	
Sabena	38,9	87,9		83,7		64,2	
Varig	43,1	84,8		87,3		105,7	
A. Canada	166,4	108,7		108,9		102,9	
Lan Chile	13,5	97,7		87,5		84,1	
Avianca	30,1	130,0		127,7		138,5	
Egiptair	14,4	91,5		85,7		82,3	
Finnair	21,2	103,8		103,2		99,1	
A. France	161,7	98,6		108,2		108,3	
Lufthansa	153,4	116,4		110,1		103,0	
A. India	22,2	72,6		81,3		47,8	
Alitalia	110,5	82,4		79,4		88,0	
Japan	168,7	122,5		121,5		94,4	
A. Mexico	31,0	119,6		122,7		178,6	
KLM	101,2	109,3		116,0		115,1	
TAP	33,2	113,6		125,3		88,3	
SAA	38,9	91,2		88,5		58,1	
Iberia	120,3	156,5		155,3		117,1	
BEA	118,9	73,5		67,5		88,7	
BOAC	118,4	61,8		63,7		66,3	
American	410,6	97,5		96,3		152,4	
Branniff	121,2	148,6		150,4		188,3	
National	111,9	147,5		141,0		122,2	
PAA	362,1	114,5		120,2		129,9	
Viasa	11,2	92,3		97,1		111,7	

\* Producción Real Media = 8.021.268.236

# MODELO I

RELACION PORCENTUAL ENTRE LAS PRODUCCIONES REAL Y ESTIMADA

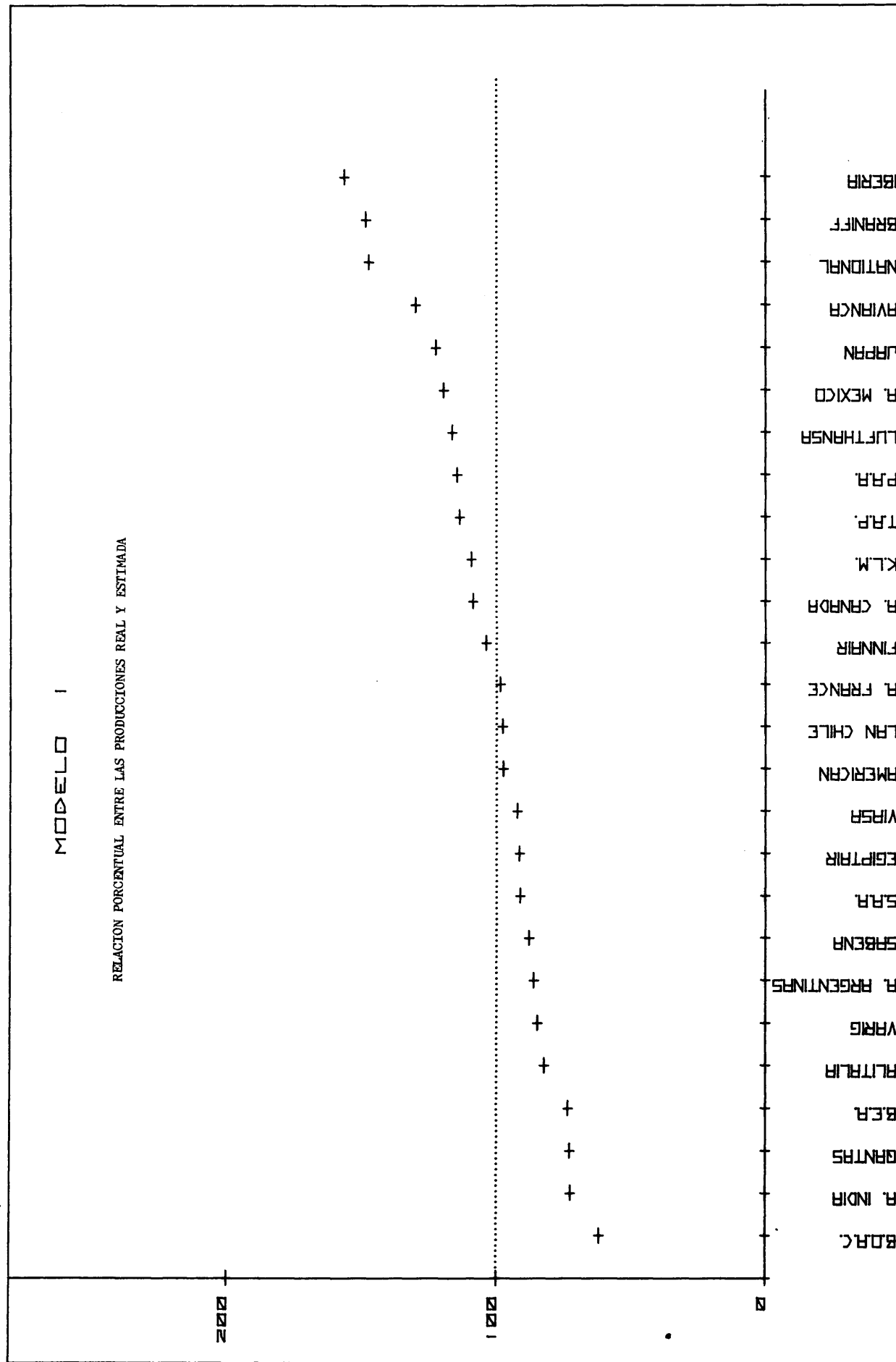
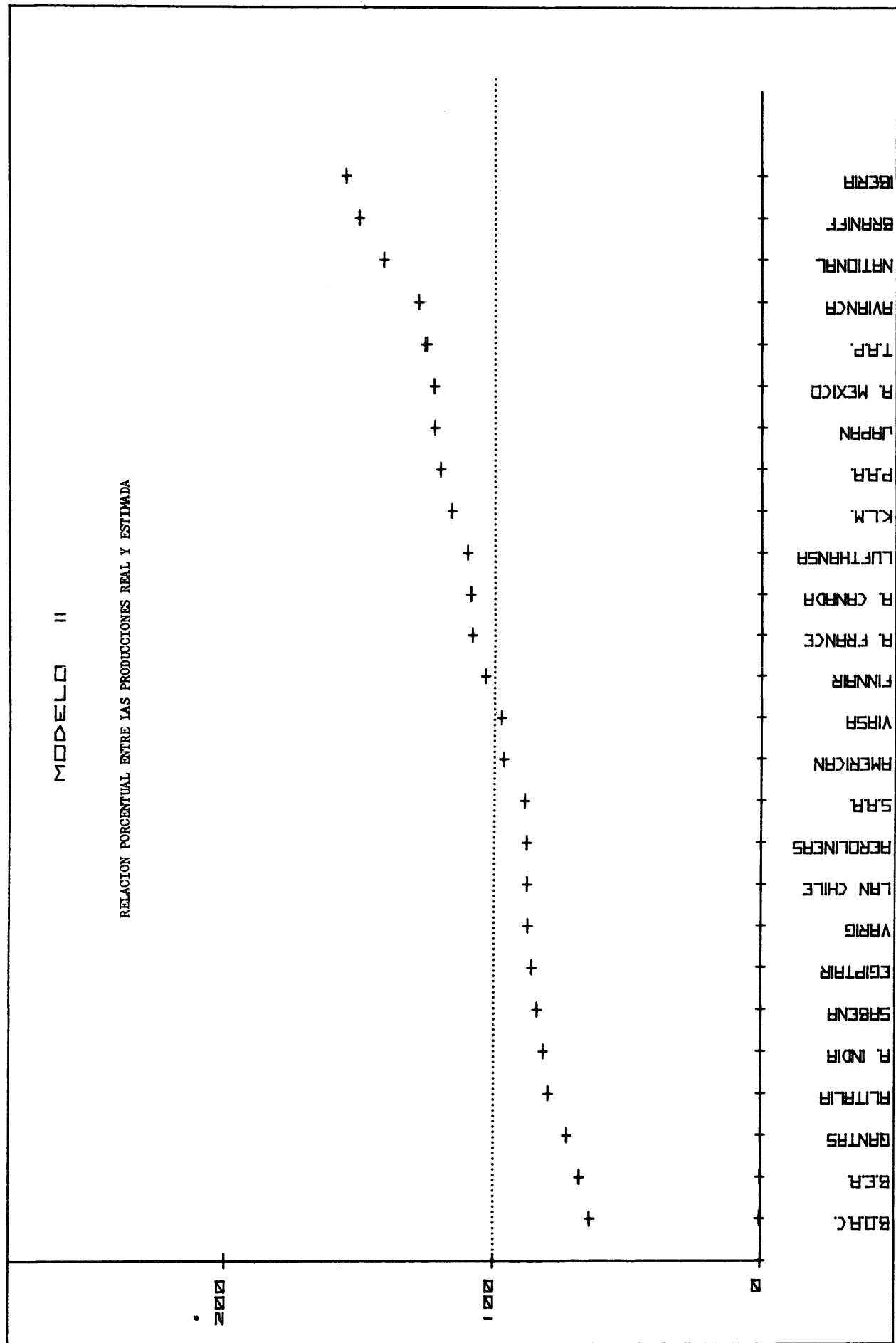
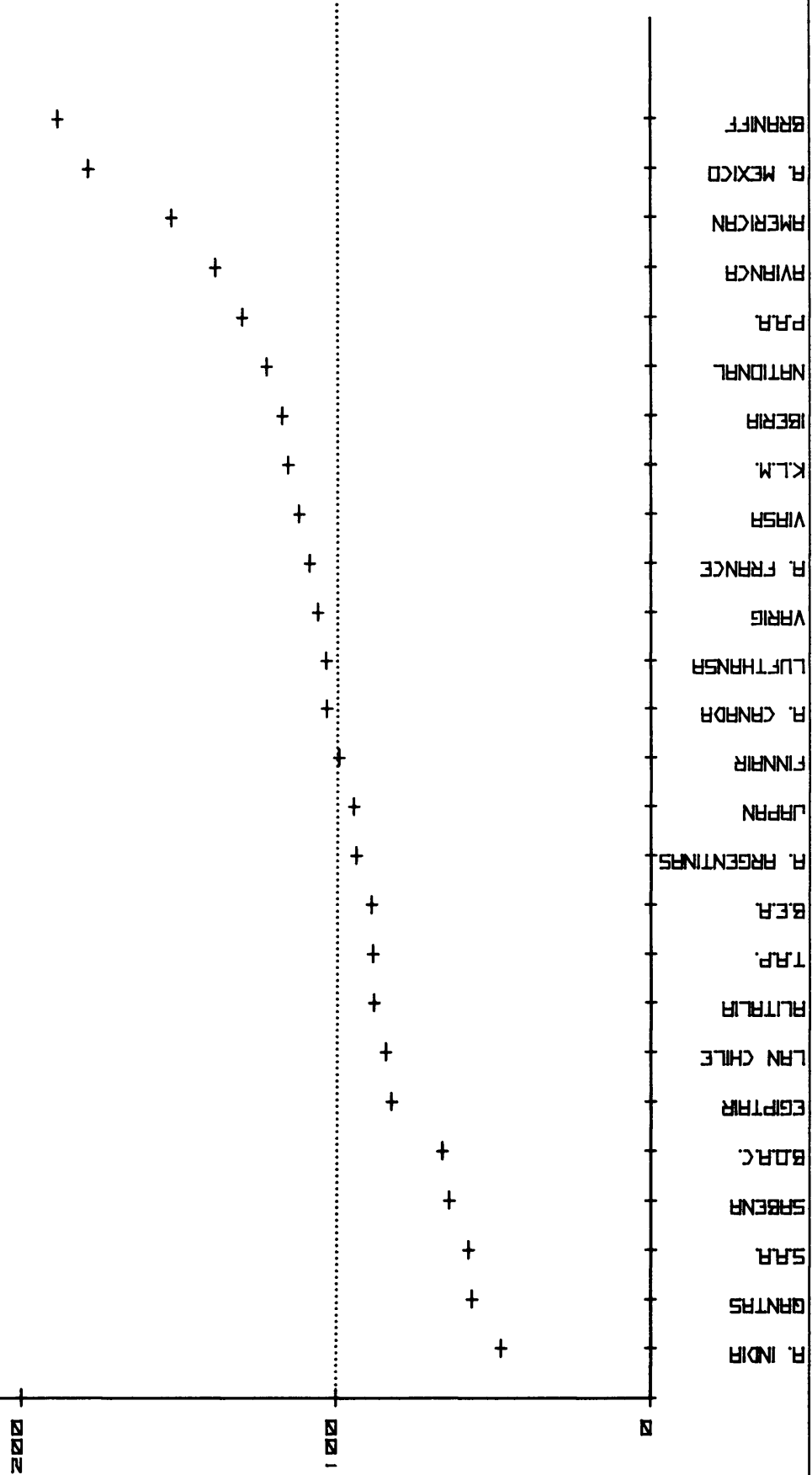


GRAFICO: C -4-2



# MODELO III

RELACION PORCENTUAL ENTRE LAS PRODUCCIONES REAL Y ESTIMADA





## 5.- CONCLUSIONES





El desarrollo seguido en la exposición de la tesis, ha tratado de cubrir varios aspectos importantes del transporte aéreo: a) concepto de producción, b) métodos para medir la producción, c) estimación de funciones de costes totales a partir de las correspondientes a algunos factores de la producción, d) distribución de costes por funciones en el caso de producción conjunta, e) estimación de funciones de producción, f) índices de utilización de la flota a nivel agregado y f) índices de actividad de las tripulaciones.

Dado la escasez de trabajos sistemáticos sobre la mayoría de los temas expuestos en la tesis, el planteamiento seguido responde a una idea original, por lo cual esperamos que alguna de las soluciones aportadas sean de utilidad práctica para el Transporte Aéreo.

Las aplicaciones que se derivan del estudio realizado las podríamos clasificar en dos grandes grupos: a) aplicaciones microeconómicas y b) aplicaciones macroeconómicas. En ambos casos cabe el planteamiento atemporal o el histórico.

A nivel micro resulta muy práctica la formulación matemática de un Convenio Colectivo, ya que la posibilidad de estimar a partir de ello las necesidades de plantilla de tripulantes para un programa de vuelos, permite plantear diversos Convenios Colectivos con estructuras laborales variables, para los cuales se pueden estimar igualmente las plantillas necesarias y en consecuencia, la Empresa puede plantear diversos esquemas remunerativos, según los convenios y evaluar el montante económico de los costes en cada caso. Este es un caso más en que la formulación de modelos puede ayudar a la simulación de políticas alternativas; en este caso, políticas económicas de empresa.

Otra aplicación evidente a nivel microeconómico, análoga a la anterior, es la de utilización de la flota. Cada empresa se puede plantear la incidencia que en sus inversiones y en sus costes tienen distintos índices de aprovechamiento del capital. Asimismo, se pueden plantear a nivel global objetivos sobre índices de aprovechamiento conjunto de la flota, en función de la estructura del programa de vuelos, pudiendo establecer en que medida dichos objetivos son realistas o

no respecto a la historia de la Compañía o respecto al sector considerado globalmente.

A nivel macro es posible, por ejemplo, estudiar para cada país la estructura de sus tarifas interiores y analizar en que medida se adecúan a la estructura de los costes. En general, en la práctica de este sector, las tarifas interiores estas estructuradas considerando todos los costes como variables con la distancia, sin que los costes fijos independientes de la misma tengan la consideración que les corresponde. Aunque en algunos casos, como es el de España el sistema está teóricamente bien estructurado, sin embargo, el coste fijo está subestimado con relación al variable.

Otro ejemplo de las aplicaciones macro, podría ser el análisis histórico de la producción agregada de las empresas de cada país, a partir de cual se pueden obtener conclusiones de varios tipos, por ejemplo sobre niveles relativos de productividad, sobre tasas de crecimiento, etc. Este planteamiento realizado a nivel de países es susceptible de hacerlo con aquellos factores de la producción que han sido analizados detalladamente, es decir con la flota y con las tripulaciones.

Por último se podría realizar a nivel mundial, un estudio histórico de la producción en función de los factores considerados en el capítulo 4, con el fin de estimar el factor residual de tanta importancia en las funciones de producción.

Las aplicaciones citadas anteriormente no son más que un conjunto de ejemplos, cuyo objetivo fundamental es clarificar en la mayor medida posible las múltiples aplicaciones que creemos se derivan del desarrollo seguido en la tesis.

6.- ANEXO A

INDICES DE UTILIZACION DE LA FLOTA



Este Anexo tiene como objetivo fundamental la determinación de los índices de utilización que, a nivel de flota o de compañías, tienen lugar en el transporte aéreo.

En el epígrafe 2-3, se definieron las funciones de utilización de flota y de necesidades de ésta para realizar un programa de vuelos. Para esta última función, fue necesario demostrar previamente que la utilización de una flota en una red es igual a la que tendría lugar si dicha red estuviese formada por un conjunto de etapas iguales entre si e iguales a su vez a la etapa media de dicha red; todo ello es válido siempre y cuando dichas etapas estén definidas en tiempo de vuelo o en tiempo bloque, pero no en kilómetros.

Lo expuesto anteriormente tiene una transcendencia notable ya que permite realizar estudios sobre la utilización de una flota en una red, conociendo únicamente el tipo de flota - características de la misma - , las horas de vuelo o bloque totales, las frecuencias y el número de aviones realmente empleados.

La expresión (2 - 25), definida en el epígrafe 2-3, determinaba el número de aviones necesarios diariamente para realizar un programa de vuelos, como una función de los tiempos totales de vuelo, rodaje y escala, y de un parámetro que es las horas diarias disponibles para operar por un avión. Como una función derivada de aquella, con un simple cambio de escala, podemos definir las necesidades medias de flota a lo largo del año, para realizar un programa de vuelos anual de la siguiente forma:

$$A T = \frac{1}{H A D} N_i ( \overline{T B} + T E ) \quad (6 - 1)$$

El significado de los símbolos utilizados es el siguiente:

A T : aviones teóricos de una flota necesarios, en media, a lo largo del año.

H A D : horas anuales disponibles para operar por un avión.

$N_i$  : número de vuelos o frecuencias a realizar.

$\overline{T B}$  : tiempo bloque medio del programa de vuelos de dicha flota.

T E : tiempo de escala por vuelo para la flota en estudio.

En el epígrafe 2-3, considerábamos la hipótesis de que H A D era igual a 5.840 horas, o lo que es igual a que diariamente los aviones están disponibles para operar 16 horas.

Si queremos que la expresión (6 - 1) tenga un carácter más real, debemos de estimar de forma directa o indirecta un valor real de H A D, en nuestro caso lo vamos a hacer de la segunda forma.

Para ello, vamos a definir los siguientes modelos:

$$\text{I)} \quad A R_i = b_0 + b_1 A T_i + U_i \quad (6 - 2)$$

$$\text{II)} \quad \frac{A R_i}{A T_i} = \frac{b_0}{A T_i} + b_1 + V_i \quad (6 - 3)$$

$$\text{III)} \quad A R_i = b_1 A T_i + U_i \quad (6 - 4)$$

$$\text{IV)} \quad \frac{A R_i}{A T_i} = b_1 + V_i \quad (6 - 5)$$

El significado de  $A R_i$  es el siguiente: número de aviones que realmente ha tenido una flota para realizar  $N_i$  vuelos con un tiempo bloque medio  $\overline{T B}$ .

En tanto que  $A T_i$  es el número de aviones que consideramos necesarios para realizar dicho programa, bajo el supuesto de que los aviones están disponibles para operar 5.840 horas anuales.

Por lo que se refiere al significado de los parámetros en el modelo (6-2),  $b_0$  significa una constante de ajuste sin un sentido propio estricto, aunque, de acuerdo con las consideraciones hechas en el epígrafe sobre las economías que se derivan del tamaño de flota, su valor debería de ser positivo. Teóricamente, puede considerarse a  $b_0$  como el número mínimo de aviones necesarios para comenzar a operar una flota, o lo que es lo mismo, la pérdida media de aviones, en el sentido de no utilidad, que tiene lugar en las flotas. Evidentemente, si  $b_0$  es positivo, dicha pérdida será en términos absolutos constante, pero en términos relativos será decreciente al aumentar las necesidades teóricas de flota. Si consideramos la agregación tal como se recoge en dicho epígrafe, es decir, una proporcionalidad entre las necesidades de flota para un vuelo y las correspondientes a  $N_i$  vuelos, dicho parámetro debería de ser nulo.

En cuanto al significado de  $b_1$ , si admitimos el supuesto de que  $b_0 = 0$ , dicho parámetro expresa la relación entre las horas teóricamente disponibles - 5.840 - y las que realmente resultan como tales, siempre y cuando admitamos como válida la relación (6 - 1) a nivel no solo teórico sino también real.

El modelo II, es una transformación del I, cuya estimación se realizará en el caso de que se presente heteroscedasticidad.

Los modelos III y IV, son expresiones con restricciones,  $b_0 = 0$ ; el primero de ellos permite estimar, de forma directa, la relación que liga a las necesidades teóricas de flota con las disponibilidades que realmente han existido; el parámetro  $b_1$  tiene el mismo significado que se expuso anteriormente. Respecto al modelo IV, su estimación se realizará en el supuesto de que el modelo III sea heteroscedástico. La hipótesis de que el parámetro  $b_0$  sea igual a cero, es en cierta medida plausible; en cualquier caso, las dudas acerca de que esta hipótesis sea totalmente correcta no debe impedirnos estimar el modelo como si efectivamente se cumpliera.



En esto seguimos a THEIL<sup>1</sup> cuando dice: "... puede resultar mejor el imponer una restricción ligeramente incorrecta (y calcular las estimaciones puntuales como si fuese correcta) que no imponer ninguna restricción en absoluto".

La utilidad del modelo III o del IV, ya que en esencia significan lo mismo, se deriva del hecho de que al imputar costes a un vuelo, según la duración de éste, necesitamos conocer, a nivel real, la relación entre las horas disponibles teóricas y las que realmente resultan, ya que en otro caso, dichos costes serían teóricos y no reales. En este sentido, los modelos I y II no son de utilidad, ya que relacionan, a nivel de vuelos anuales, las necesidades reales y teóricas de flota, pero no se hace a nivel de un vuelo porque la flota real para un vuelo no es observable, en tanto que si lo es la flota utilizada anualmente en un programa de vuelos.

Como conclusión de lo expuesto podemos afirmar que los modelos I y II sirven para realizar análisis de utilización de flotas, en tanto que los modelos III y IV permitirían corregir los costes teóricos, estimados a partir de necesidades teóricas de flota para un vuelo, y adecuarlos a la realidad.

Para estimar los modelos propuestos, se ha tomado una muestra en sección-mixta de 13 observaciones, de las flotas que han operado en Iberia en el período 1.972/74 y de las cuales se conoce la flota, número de aviones, de que realmente se ha dispuesto en cada año, así como las horas bloque, número de frecuencias y tiempo de escala. Con estos datos se ha calculado, para cada observación muestral, la flota teórica definida según (6 - 1), es decir, en el supuesto de 5.840 horas de disponibilidad anual para operar.

Los datos muestrales para estimar los modelos figuran en el Anexo D, Cuadro: C - 6 - 1.

---

1.- THEIL, H.: "PRINCIPLES OF ECONOMETRIC". North Holland Publishing Company.

Amsterdam - London. 1.971. Pág. 546.

Por lo que se refiere a las estimaciones que resultan, se han incluido en el Cuadro: C - 6 - 2, que figura a continuación.

Para estimar la varianza de  $\hat{b}_1$  en los modelos III y IV, en los cuales se ha supuesto que  $b_0 = 0$ , se ha seguido el procedimiento sugerido por JOHNSTON<sup>2</sup> para el caso de modelos con restricciones lineales en los parámetros; la expresión que resulta es la siguiente:

$$\hat{S}_{\hat{b}_1}^2 = \frac{\hat{S}^2}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \left\{ n - \frac{(\sum x_i)^2}{\sum x_i^2} \right\} \quad (6 - 6)$$

Donde  $x_i$  y  $\hat{S}^2$  representan la variable exógena y la varianza insesgada de las perturbaciones correspondiente al modelo sin restricciones.

En nuestro caso, para el modelo III  $x_i = A T_i$  y para el IV  $x_i = \frac{1}{A T_i}$

---

2.- JOHNSTON, J. "ECONOMETRIC METHODS" Mac Grow Hill. Kogakucha Ltd. Tokyo. 1972  
Pág. 155 y s.s.

CUADRO: C-6-2

ESTIMACION DE LA FLOTA REAL EN FUNCION DE LA FLOTA TEORICA (DEFINIDA ESTA PARA 16 H.D.D.)

		MODELO I $AR_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 AT_i$	MODELO II $AR_i/AT_i = \hat{b}_0/AT_i + \hat{b}_1$	MODELO III $AR_i = \hat{b}_1 AT_i$	MODELO IV $AR_i/AT_i = \hat{b}_i$				
PARAMETROS	$\hat{b}_0$	-2,054406555 (-01)	1,371890953 (-01)	-	-				
	$Sb_0$	1,265940140 (00)	1,254562154 (-01)	-	-				
	$\hat{b}_1$	1,215701758 (00)	1,162967986 (00)	1,205523061 (00)	1,199895671 (00)				
	$Sb_1$	8,721632949 (-02)	3,461992907 (-01)	8,053977808 (-01)	3,450313013 (00)				
	$R^2$	9,956638570 (-01)	1,565329060 (-01)	9,955288984 (-01)	-				
AVIONES REALES (AR)	AVIONES TEORICOS (AT) (16HDD)	AVIONES ESTIMADOS (AE)	(AR - AE)	AVIONES ESTIMADOS (AE)	(AR - AE)				
2,83	2,27	2,55	0,2758	2,78	0,0529	2,74	0,0935	2,72	0,1062
3,00	2,41	2,72	0,2756	2,94	0,0601	2,91	0,0947	2,89	0,1083
3,00	2,24	2,52	0,4823	2,74	0,2578	2,70	0,2996	2,69	0,3122
1,39	1,14	1,18	0,2095	1,46	-0,0730	1,37	0,0157	1,37	0,0221
2,58	1,98	2,20	0,3784	2,44	0,1401	2,39	0,1931	2,38	0,2042
6,00	5,43	6,40	-0,3958	6,45	-0,4521	6,55	-0,5460	6,52	-0,5154
6,00	5,40	6,36	-0,3593	6,42	-0,4172	6,51	-0,5098	6,48	-0,4794
6,00	5,73	6,76	-0,7605	6,80	-0,8010	6,91	-0,9076	6,88	-0,8754
10,57	9,29	11,09	-0,5184	10,94	-0,3712	11,20	-0,6293	11,15	-0,5770
23,41	20,47	24,68	-1,2700	23,94	-0,5331	24,68	-1,2671	24,56	-1,1519
29,17	22,63	27,31	1,8641	26,46	2,7148	27,28	1,8890	27,15	2,0164
34,35	27,74	33,52	0,8319	32,40	1,9521	33,44	0,9088	33,29	1,0649
34,00	28,97	35,01	-1,0134	33,83	0,1716	34,92	-0,9240	34,76	-0,7610
VARIANZA REAL		8,511452929 (00)		7,760842990 (-02)		8,776364429 (00)		9,201121238 (-02)	
$r = ( \hat{u}_t^2, AT_i )$		7,743476030 (-01)		1,217545143 (-03)*		7,716088876 (-01)		8,324581648 (-02)*	
$t = r \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2}$		4,058756277 (00)		4,038143398 (-03)		4,023185328 (00)		2,770567908 (-01)	

\* En los Modelos II y IV r esta calculado entre  $u_t$  y  $1/AT_i$ .

En el cuadro C - 6 - 2, figuran las estimaciones de los parámetros, así como el número de aviones estimados - AE - que se deriva de la aplicación de cada modelo.

El coeficiente de correlación entre los residuos, en valor absoluto, y la variable exógena, se ha calculado para todos los modelos, con el fin de contrastar si existe o no homoscedasticidad. Teóricamente, se podrían haber realizado otro tipo de contrastes, por ejemplo el de GOLDFIELD - QUANDT<sup>3</sup>; sin embargo, el pequeño número de observaciones no aconseja la realización de tal tipo de pruebas. El contraste con la t de student, para probar la hipótesis de que el coeficiente de correlación entre los residuos en valor absoluto y la variable exógena es nulo, da lugar a que sólo se pueda aceptar dicha hipótesis en el caso de los modelos II y IV; y en consecuencia sólo éstos se considerarán homoscedásticos.

Los valores que dan las tablas de la t. de student para 11 grados de libertad ó 12, según los modelos y para un nivel de significación  $\alpha = 0,05$ , son respectivamente:  $t = 2,201$  y  $t = 2,179$ .

Con arreglo a las estimaciones realizadas, elegiremos como modelos válidos para nuestros propósitos el II y el IV. El primero de éstos lo utilizaremos para estimar las necesidades de flota para un programa y el segundo para pasar de utilización teórica, bajo el supuesto de 16 horas de disponibilidad diaria, a utilización estimada, es decir, a cifras que se puedan considerar reales con arreglo al modelo.

A continuación, en los gráficos: G - 6 - 1 y G - 6 - 2, se representan los modelos estimados, así como las observaciones muestrales, flota real. En el primero de los gráficos figuran los modelos I y II y en el segundo los modelos III y IV.

---

3.- JOHNSTON, J. (1972): Op. citada. Pág. 214 y s.s.

AVIONES  
REALES

NECESIDADES DE FLOTA REAL EN FUNCION DE LA FLOTA  
TEORICA COEFINIDA ESTA PARA 16 H.D.D.J

MODELO I

$$AR = \hat{b}_0 + b_1 AT_1$$

$$\hat{b}_0 = -2,054406555 (-01)$$

$$b_1 = 1,215701758 (00)$$

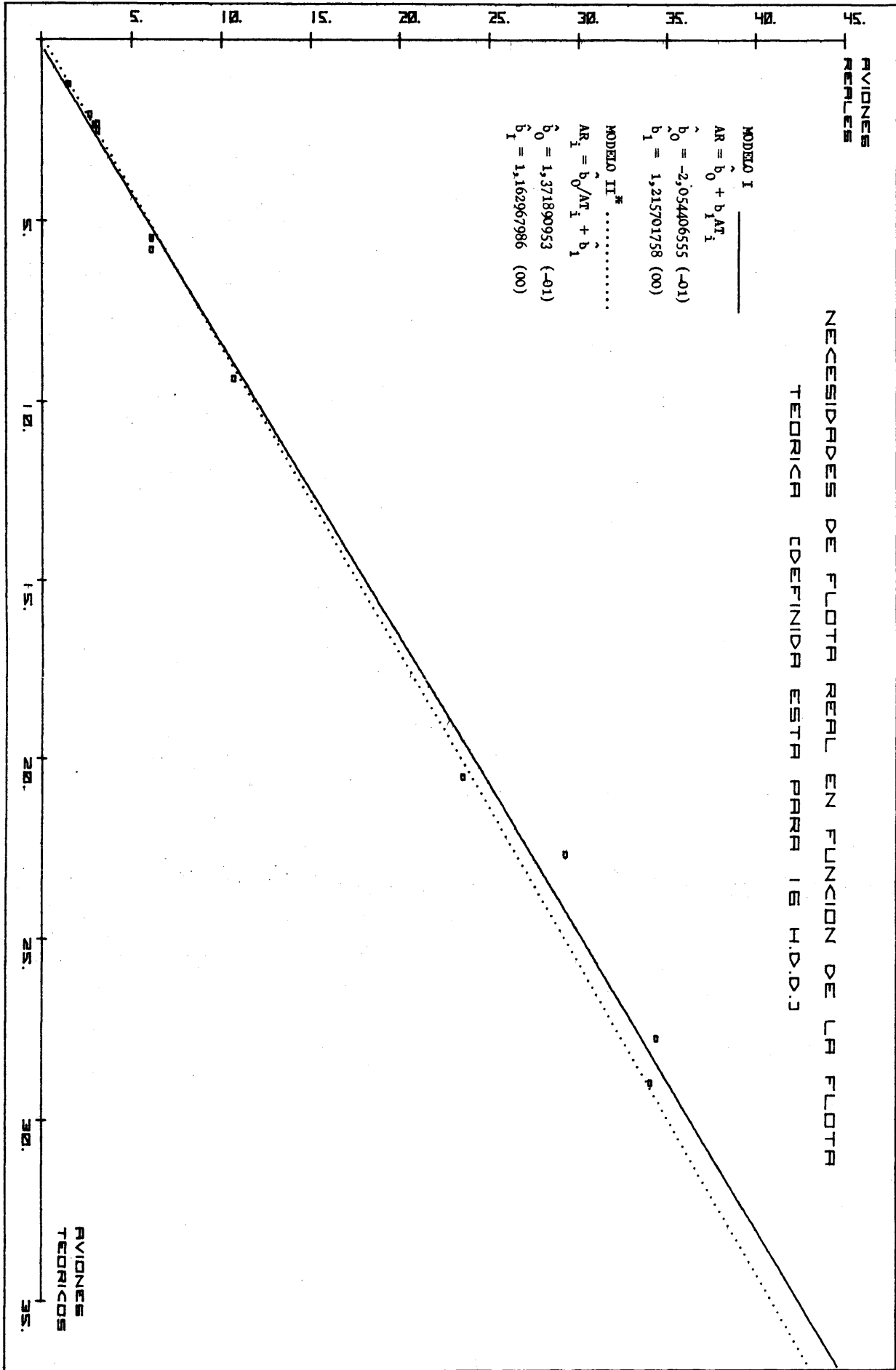
MODELO II\*

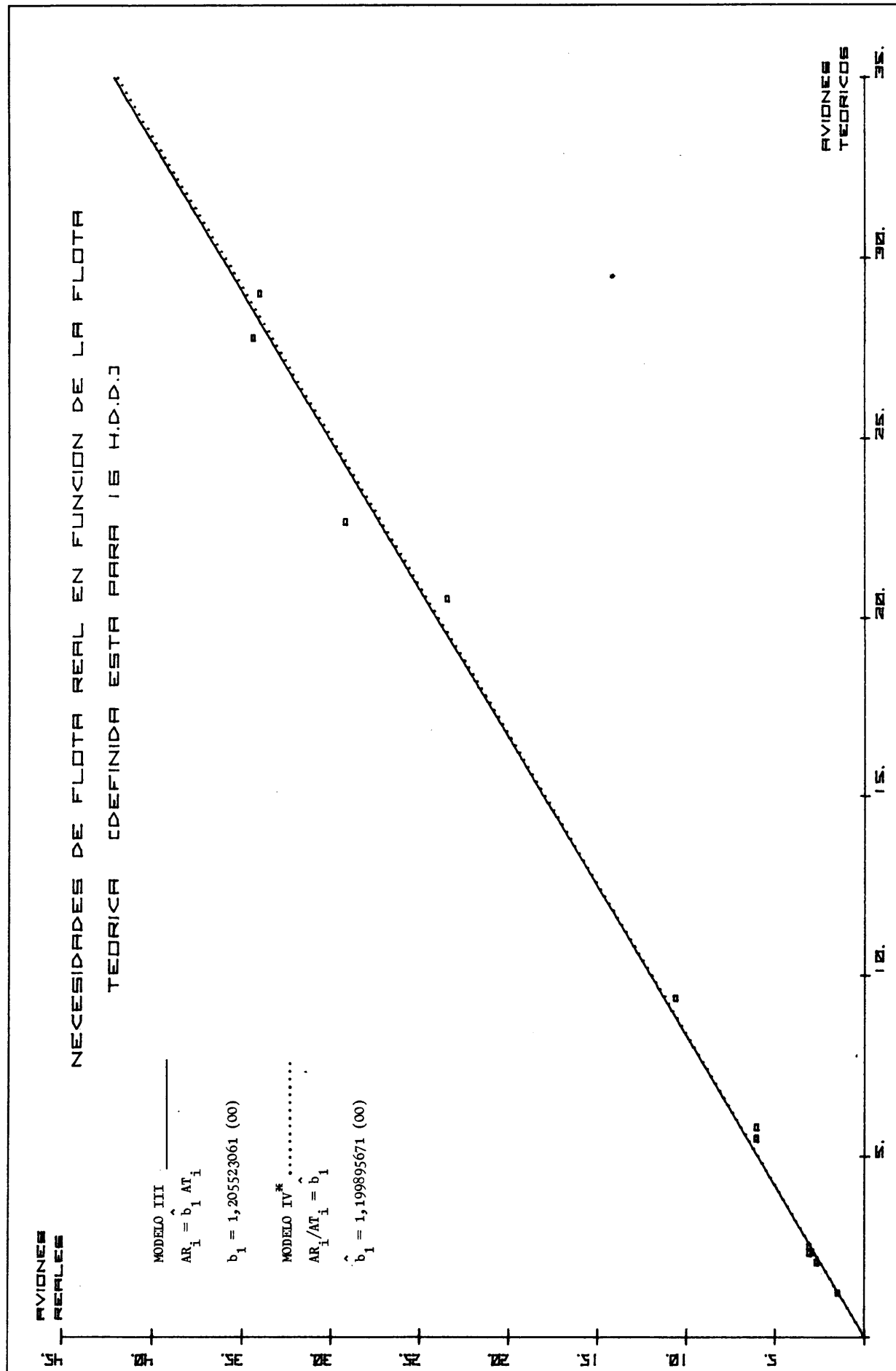
$$AR_1 = \hat{b}_0 / AT_1 + \hat{b}_1$$

$$\hat{b}_0 = 1,371890953 (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,162967986 (00)$$

\* En el gráfico se representa la función lineal  $AR_1 = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 AT_1$





\* En el gráfico se representa la función lineal  $AR_i = \hat{b}_1 AT_i$

En los gráficos anteriores se observa como las diferencias a efectos de estimación entre los valores de flota que resultan para cada modelo son prácticamente insignificantes. Aunque existe un aspecto que no se aprecia claramente en el gráfico G - 6 - 1 y es que  $\hat{b}_0$  resulta negativo para el modelo heteroscedástico, en tanto que es positivo en el homoscedástico. En este caso, la aceptación de este modelo resulta doblemente ventajosa puesto que, teóricamente, es más correcto admitir un valor de  $b_0$  positivo que negativo.

Una vez resuelto el problema de estimar las necesidades de flota para un programa, vamos a ver como se aplica este concepto para calcular los índices de utilización de la flota - por tipos de avión y compañías -.

## 6.1. INDICES DE UTILIZACION POR TIPOS DE AVION

Para calcular, a nivel de tipos de flota, un índice que exprese en que medida una flota se utiliza en mayor o menor cuantía de la que corresponde con arreglo al modelo teórico II estimado anteriormente, tenemos que realizar el siguiente proceso:

- Tomar de las estadísticas de OACI : Compendio nº 183, ya citado anteriormente, los datos que para las distintas compañías y tipos de flota existen sobre horas bloque realizadas, número de vuelos y utilización comercial diaria conseguida. A partir de esta última se calcula el número de aviones - flota eficaz - que, en media, han operado a lo largo del año; para ello, basta con dividir el total de horas bloque comerciales entre el producto de la utilización diaria por el número de días del año.
- A partir del número de vuelos, para cada flota y compañía, de la etapa media en tiempo bloque y del tiempo de escala por vuelo, se calcula, aplicando la expresión (6 - 1), los aviones teóricos - AT - necesarios para dicho programa bajo el supuesto de una disponibilidad diaria operativa de 16 horas por avión.
- A los valores teóricos de flota obtenidos en el punto anterior, se les aplica la estimación realizada del modelo II, es decir, de la expresión (6 - 3), con lo cual se tiene una estimación de las necesidades de flota. Denominaremos a este valor con las siglas A E - aviones estimados -.

Este proceso se ha aplicado a las flotas B-747, DC-8/63, DC-8/50, B-727, DC-9, CVL y B-707, por ser las únicas de las que se dispone de precios entre todas las que estaban operativas en el año 1.972. El DC-10/30 está operativo únicamente en la compañía KLM, por lo cual no se ha incluido a los efectos del análisis.



Con arreglo a las definiciones dadas en el epígrafe 2-3 sobre utilización y necesidades de flota para un vuelo o un programa, resulta evidente que el producto de la utilización teórica por las necesidades teóricas de flota es igual al producto de la utilización real por la flota real. Esta relación es válida por supuesto, sea cuales sean los valores; en consecuencia, como la flota estimada, por aplicación del modelo (6 - 3), es una flota teórica, también se verificará dicha relación en este caso.

A continuación figuran, en el cuadro: C - 6 - 3, las flotas y utilizaciones diarias en tiempo bloque, que a nivel real y estimado resultan para los distintos tipos de avión y en las distintas compañías.

Se han utilizado, fundamentalmente por abreviar, las siguientes siglas:

A R : número de aviones reales

U D R : utilización diaria real por avión en tiempo bloque

A E : número de aviones estimados

U D E : utilización diaria estimada por avión en tiempo bloque

## NUMERO DE AVIONES Y UTILIZACIONES REALES Y ESTIMADAS POR COMPAÑIAS

	QANTAS	SABENA	VARIG	A. CANADA	A. FRANCE	DIH	A. INDIA	ALITALIA	HEAL	A. MEXICO	KLM	SAA	IBERIA	VIASA	SAS	JAL
B - 747	AR	3,82	2,01					3,90			6,75	4,00	2,79		2,01	13,12
	AT (16)	3,27	1,60	3,01	7,42	4,72	3,68	3,73			6,82	3,29	2,24		1,76	8,46
	AE	3,93	2,00	2,60	7,72	5,11	4,10	4,48			8,07	3,96	2,74		2,18	9,98
	UDR	9,35	10,08	7,75	10,22	10,89	9,68	11,52			11,28	9,07	8,63		11,10	7,67
	UDE	9,07	10,10	8,95	9,82	10,05	8,68	10,04			9,44	9,15	8,78		10,22	10,09
DC - 8/63	AR			18,09				8,74		2,01	9,44		5,93	1,94	13,17	31,88
	AT (16)			15,39				7,47		2,16	9,14		5,25	1,98	12,12	28,44
	AE			18,03				8,82		2,65	10,77		6,24	2,44	14,23	33,21
	UDR			8,80				10,16		12,20	11,17		10,08	11,03	10,90	8,80
	UDE			8,83				10,06		9,26	9,79		9,57	8,77	10,09	8,45
DC - 8/50	AR			20,06				10,35		4,97	9,77		7,71	1,69		15,65
	AT (16)			15,78				9,33		3,81	8,92		5,30	1,48		11,99
	AE			0,82				10,99		4,57	10,51		6,30	1,86		14,08
	UDR			7,37				10,25		8,56	10,77		7,45	10,14		8,66
	UDE			8,95				9,66		9,31	10,01		9,12	9,22		9,62
B - 707	AR	19,58	12,03	11,95	31,82	20,03	8,88		3,02			8,00				
	AT (16)	14,48	9,68	9,96	23,78	20,64	7,27		2,08			4,15				
	AE	16,98	11,39	11,72	27,79	24,14	8,59		2,56			4,96				
	UDR	9,22	10,10	10,81	8,91	12,95	9,30		8,08			6,15				
	UDE	10,63	10,66	11,03	10,20	10,74	9,61		9,55			9,91				
B - 727	AR		5,01	3,83	20,09	24,40						9,00	1,43			8,94
	AT (16)		4,07	4,00	15,54	24,91						7,10	1,09			5,38
	AE		4,87	4,79	18,21	29,11						8,39	1,40			6,39
	UDR		7,11	8,28	6,80	8,63						6,30	6,27			5,22
	UDE		7,32	6,62	7,50	7,23						6,75	6,38			7,30
DC - 9	AR			41,30				32,77		10,02	18,79		28,86		32,83	
	AT (16)			36,11				24,18		11,16	13,91		22,17		29,32	
	AE			42,13				28,26		13,12	16,31		25,92		34,24	
	UDR			7,85				7,03		9,32	6,89		7,27		7,72	
	UDE			7,69				8,15		7,12	7,94		8,09		7,40	
CVL	AR		7,03		37,50			12,67	0,89				11,73		13,06	
	AT (16)		3,95		21,77			8,43	0,44				7,86		8,63	
	AE		4,74		25,46			9,94	0,65				9,28		10,17	
	UDR		5,63		5,93			6,43	4,08				6,33		5,70	
	UDE		8,36		8,74			8,20	5,60				8,00		7,32	

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de flotas suministrados por el compendio nº 183 de OACI, de la aplicación de la expresión (6-1) y de la estimación del modelo (6-3).

A partir del cuadro C - 6 - 3, podemos definir varios índices, por ejemplo el de cada tipo de avión de cada compañía en comparación con el que resulta para dicho tipo de avión en el conjunto de todas las compañías, o el de un avión concreto de una compañía en relación al conjunto de todos los aviones del conjunto de compañías, o un índice simple por avión y compañía.

De todos los posibles índices, vamos a elegir por tipo de flota los siguientes:

$$I_{i j} = \left\{ \frac{A_{E_{i j}}}{A_{R_{i j}}} : \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m A_{E_{i j}} \cdot P_j}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m A_{R_{i j}} \cdot P_j} \right\} \cdot 100 \quad (6 - 6)$$

$$I_j = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^k A_{E_{i j}}}{\sum_{i=1}^k A_{R_{i j}}} : \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m A_{E_{i j}} \cdot P_j}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m A_{R_{i j}} \cdot P_j} \right\} \cdot 100 \quad (6 - 7)$$

El significado de los símbolos utilizados es el siguiente:

$I_{i j}$  : índice de utilización que en la compañía i-ésima obtiene la flota j-ésima, tomando como base 100 el cociente entre el valor de la flota estimada y el de la flota real que tiene lugar para el conjunto de las compañías.

$I_j$  : índice de utilización que en el conjunto de las compañías obtiene la flota j-ésima en relación a la misma base que se tomó en el caso anterior.

En el cuadro C - 6 - 4, que figura a continuación, se expresan los valores que toman (6 - 6) y (6 - 7). A nivel de tipos de avión, los mejores resultados se presentan en el DC-8/63 y en el B-727 y los peores en las flotas Caravelle y DC-8/50. Se observa que no existe ningún sesgo de las flotas de largo radio frente a las de corto y medio.

INDICES DE UTILIZACION DE LA FLOTA POR TIPOS DE AVION Y COMPAÑIAS

CUADRO: C-6-4

Compañías Avión	QANTAS	SABENA	VARIG	A.CANADA	A.FRANCE	DLH	A.INDIA	ALITALIA	MEAL	A.MEXICO	KLM	SAA	IBERIA	VIASA	SAS	JAL	INDICE DE AVION
B-747	105,89	102,41	-	88,91	107,09	111,43	114,67	118,23	-	-	123,05	101,90	101,08	-	111,63	78,29	102,28
DC-8/63	-	-	-	102,58	-	-	-	103,87	-	135,70	117,43	-	108,31	129,45	111,21	111,21	108,78
DC-8/50	-	-	85,25	94,87	-	-	-	109,29	-	94,64	110,72	-	84,10	113,28	-	92,60	97,76
B-707	89,26	97,53	100,94	-	89,89	124,05	99,56	-	87,25	-	-	63,61	-	-	-	-	96,56
B-727	-	100,05	128,72	-	93,29	122,79	-	-	-	-	-	95,95	100,77	-	-	73,57	103,58
DC-9/30	-	-	-	80,07	-	-	-	88,76	-	23,14	89,34	-	92,44	-	107,35	-	100,05
CVL	-	69,40	-	-	69,71	-	-	80,75	75,17	-	-	-	81,43	-	80,15	-	74,81
INDICES DE COMPAÑIA	94,42	95,40	104,36	99,47	90,13	120,67	109,87	100,81	85,99	118,03	112,72	87,15	93,89	122,52	105,75	92,46	100,00

## 6.2. INDICES DE UTILIZACION POR COMPAÑIAS

En el epígrafe anterior, se definieron los índices por flotas a nivel de compañías y a nivel global. La base tomada como referencia explica por si sola el proceso de agregación considerado. Hemos aceptado que el mejor procedimiento para comparar magnitudes, en principio heterogéneas, como es el caso de utilidades o necesidades de flota de distintos tipos de avión, es precisamente valorar las necesidades teóricas de flota y compararlas con el valor real de la misma. Si en este proceso se utiliza un sistema único de precios, es decir, si se valoran ambas magnitudes de la misma forma, el cociente entre el valor de la flota necesaria y el de la flota real, expresa implícitamente el aprovechamiento relativo del capital invertido en flota.

Para expresar en forma relativa, tomando como base 100 el conjunto de las compañías, los índices de utilización de la flota total de una compañía, vamos a definir el siguiente índice:

$$I_i = \left\{ \frac{\sum_{j=1}^m A_{E_i j} \cdot P_j}{\sum_{j=1}^m A_{R_i j} \cdot P_j} : \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m A_{E_i j} \cdot P_j}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m A_{R_i j} \cdot P_j} \right\} \cdot 100 \quad (6 - 8)$$

El significado de la expresión (6 - 8), se deduce de las explicaciones dadas anteriormente. El primer término de dicha expresión indica de forma implícita, el aprovechamiento de la flota total de la compañía, en relación a la flota necesaria que se estimó en el modelo (6 - 3). El segundo término explica la misma relación pero a nivel de conjunto de compañías, de aquí que se haya tomado como base del índice.

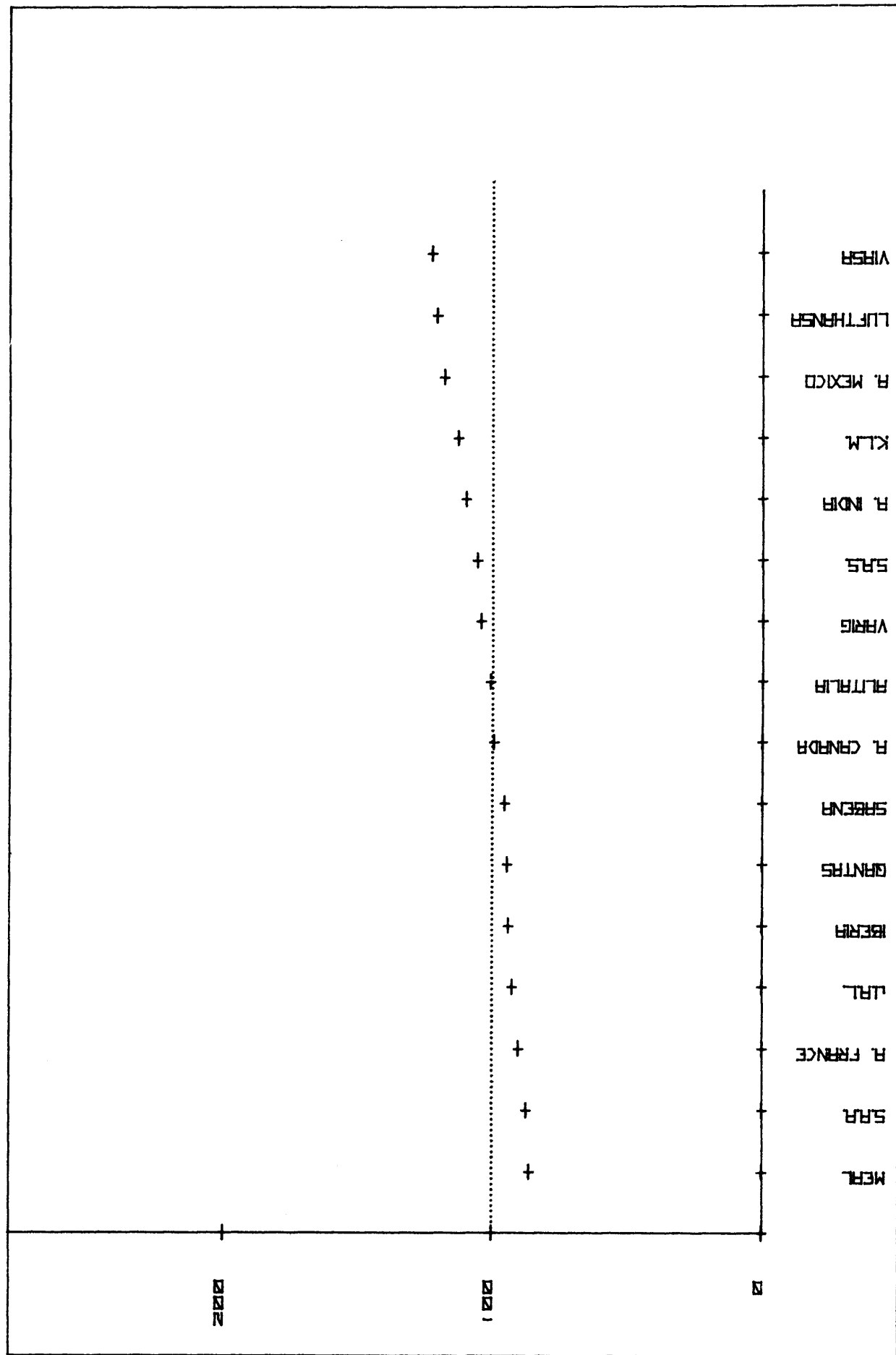
Los valores que para las distintas compañías resultan para (6 - 8), figuran en el cuadro: C - 6 - 4, incluido en el epígrafe anterior de este capítulo. De dichos resultados, destacan los altos valores que toma el índice de utilización de la flota en las compañías. Viasa, Lufthansa y Aero México; en

el caso contrario, poco aprovechamiento del capital, destacan las compañías:  
Meal, South African y Japan Airlines.

En el gráfico adjunto, G - 6 - 3, figuran representados los índices por  
compañías, ordenados de menor a mayor.

INDICE RELATIVO DE UTILIZACION CONJUNTA DE LAS FLOTAS POR COMPAÑIAS

GRAFICO: G-6-3



**7.- ANEXO B**

**INDICES DE ACTIVIDAD DE TRIPULACIONES**





En el primer epígrafe de este Anexo se explicará el procedimiento para estimar la plantilla mínima de Pilotos y Auxiliares de Vuelo, que necesita una compañía para realizar su programa de vuelos. Para ello hay que resolver varios problemas, de los cuales el más fundamental consiste en estimar la relación entre las necesidades de tripulaciones para realizar un programa con vuelos de distinta duración y las que resultan de realizar el mismo programa, es decir, las mismas horas de vuelo, en el supuesto de que todos los vuelos sean iguales entre si.

En el segundo epígrafe definiremos, a partir de las plantillas teóricas, calculadas en el epígrafe anterior, y de las reales, recogidas de la información estadística de OACI, los índices de actividad de los dos grupos de tripulantes considerados.

#### 7.1. DETERMINACION DE LAS NECESIDADES TEORICAS DE TRIPULANTES

Para resolver el problema de estimar las plantillas teóricas mínimas, es necesario definir previamente un esquema que permita calcular, a partir de la información disponible, dichas plantillas. Dado que no existen datos suficientes, a nivel internacional, sobre reglamentaciones técnicas que definan la actividad susceptible de alcanzar por las tripulaciones según los distintos programas de vuelo, vamos a aceptar como esquema válido, a efectos de cálculo, el III Convenio Colectivo Sindical de Iberia con su Personal de Vuelo.

En el epígrafe 2-4, se resolvió el problema de estimar el número de tripulaciones necesarias para realizar un vuelo mensual de una distancia cualquiera. Dicho número dependía de las características de la flota y de las correspondientes al vuelo; estas últimas se refieren a la duración del vuelo en si mismo, es decir, al tiempo de vuelo de la etapa.

A partir del cálculo de las necesidades para un vuelo mensual, se podía pasar sinninguna dificultad a las que se derivan para realizar un número cualquiera de vuelos anuales, sin más que tener en cuenta el cambio de escala correspondiente, así como el hecho de que por cada once tripulaciones que estén operativas en la flota una tiene que estar de vacaciones.

Por tanto, las necesidades anuales para realizar un número de vuelos  $N_i$ , será igual al producto de las necesidades de tripulaciones para un vuelo mensual por  $N_i$  y por doce onceavos.

Definidas las necesidades teóricas de tripulaciones para  $N_i$  vuelos anuales de un tipo, las correspondientes a un programa serán la suma de las que se derivan para cada tipo de vuelo.

El problema principal para estimar las plantillas para cada compañía radica en que no son observables todos los tipos de vuelo de cada flota, sino que únicamente lo son las horas bloque totales y las frecuencias correspondientes a cada una. En consecuencia hay que buscar un procedimiento que permita calcular las necesidades para un programa de vuelos, del que se desconoce su estructura, a partir de las horas bloque y de las frecuencias correspondientes al mismo. La etapa media en tiempo bloque se deduce, como cociente, de las horas bloque y de las frecuencias.

En el epígrafe 2-3, se demostró que la utilización de una flota en una red, medida dicha utilización en tiempo de vuelo o en tiempo bloque, era igual a la que resultaba para la etapa media, medida esta última en la misma unidad de tiempo que la utilización. Sin embargo, en el caso de las tripulaciones, tal como se vió en el epígrafe 2-4, esto no ocurría así, ya que la utilización en horas de vuelo era una función creciente de la etapa hasta el punto, comienzo de la zona D, en que se alcanzaba el máximo de actividad de vuelo. A partir de este punto, el número de horas de vuelo susceptibles de realizar por una tripulación es constante e igual a 900 horas de vuelo anuales.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, es fácil deducir que la utilización real de las tripulaciones operando cualquier tipo de red, es siempre menor o igual que la que resultaría al operar una red teórica que con las mismas horas de vuelo que la red real tuviese todas las etapas iguales entre sí e iguales a su vez a la etapa media de la red real. Por tanto, si estimásemos las necesidades de tripulaciones para un número de horas de vuelo voladas por

una flota, sobre una red con etapas de vuelo variables, como si dicha actividad tuviese lugar sobre la etapa media, cometeríamos, en general, un error por defecto, ya que este no se produciría únicamente en el caso excepcional de que todas las etapas perteneciesen a la zona en la cual los tripulantes consiguen el máximo de horas de vuelo.

Este problema, como se verá más adelante, lo resolveremos estimando a partir de datos de la compañía Iberia, la relación que existe entre las rotaciones<sup>1</sup> de una red y las de su etapa media, en el supuesto de que en ambos casos se volase el mismo número de horas de vuelo.

El segundo problema con que nos encontramos es el correspondiente a la dimensión de la tripulación típica en el caso de los Auxiliares de Vuelo. En este caso y también por falta de información disponible a nivel internacional, hemos aceptado la hipótesis de que todas las compañías dimensionan sus tripulaciones típicas de forma análoga a la compañía Iberia; esta última lo realiza considerando que en cada vuelo el número de auxiliares es igual al cociente que resulta de dividir el número de plazas del avión entre veinticinco.

Por último, el tercer problema radica en que algunas flotas de la compañía objeto de estudio, no se corresponden con las analizadas en los capítulos anteriores. En este caso se ha admitido como función válida para el cálculo de rotaciones de un avión desconocido, la correspondiente al avión estudiado que presente más analogías con él. En este sentido se han tenido en cuenta las siguientes características: a) Radio de acción; b) Capacidad; c) Etapa media; d) Casa constructora.

Veamos ahora, una vez enunciados los problemas, cómo se resuelve el primero de ellos, es decir, la estimación de las rotaciones de una red y una flota a

---

1.- El término rotación es equivalente al de tripulaciones mínimas operativas.

No se recogen en él a las tripulaciones en vacaciones, ni las que realizan otras funciones anejas al vuelo: cursos, imaginarias, puestos de mando, etc.

partir de las rotaciones correspondientes a la etapa media y supuesto que haya que realizar en ambos casos el mismo número de horas de vuelo.

Designemos por:

$H V_{i j}$  : el número de horas de vuelo a realizar sobre la red  $i$ -ésima por la flota  $j$ -ésima.

$R R_{i j}$  : el número de rotaciones necesarias para realizar  $H V_{i j}$  horas de vuelo en su propia red (Rotaciones en la red).

$F_{i j}$  : el número de frecuencias realizado sobre la red  $i$ -ésima por la flota  $j$ -ésima.

$T V_{i j}$  : la etapa media, en tiempo de vuelo, obtenida por la flota  $j$ -ésima, volando sobre la red  $i$ -ésima.

$R M_{i j}$  : número de rotaciones necesarias para volar  $H V_{i j}$  horas de vuelo, en el supuesto de que todas las horas se realicen sobre etapas de un tiempo de vuelo  $T V_{i j}$ . Es decir, son rotaciones para la etapa media.

Vamos a formular los siguientes modelos:

$$R R_{i j} = b_0 + b_1 R M_{i j} + U_{i j} \quad (7 - 1)$$

$$\frac{R R_{i j}}{R M_{i j}} = \frac{b_0}{R M_{i j}} + b_1 + V_{i j} \quad (7 - 2)$$

El significado de los distintos modelos propuesto es el siguiente:

La expresión (7 - 1), explica a través de una función lineal la relación entre las rotaciones correspondientes a la etapa media y las de la red.

El significado de los parámetros es claro en el caso de  $b_1$ , ya que éste representa cual es el incremento de rotaciones para un programa de una flota cuando el incremento de ellas al realizarse el programa sobre la etapa media aumenta en una rotación, es decir, refleja, en media, el efecto de la red en relación a la etapa media de la misma. Por lo que respecta a  $b_0$ , no tiene un sentido claro, ya que carece de sentido hablar de rotaciones en una red, cuando las correspondientes a la etapa media son nulas. Parece plausible pensar que este parámetro sea nulo.

El modelo (7 - 2), se deriva de (7 - 1) y su estimación se realizará, debido a que, como se verá posteriormente, es un modelo homoscedástico, en tan to que el primero de ellos no lo es.

Para estimar (7 - 1) y (7 - 2) se ha tomado una muestra de 43 observaciones, correspondientes a las flotas de la Compañía Iberia, que han operado durante los años comprendidos en el período 1.968/1.974.

Para las diferentes observaciones muestrales, fué necesario calcular, con arreglo al programa de vuelos realmente realizado, las rotaciones de la red y las correspondientes a la etapa media. Para ello, se utilizaron las fun ciones de necesidades de tripulaciones estimadas en el epígrafe 3-4, siguiendo el proceso explicado en dicho apartado.

La información básica para estimar los modelos propuestos figura en el Anexo D, Cuadro: C - 7 - 1.

Los resultados estadísticos de las estimaciones realizadas figura a con tinuación en el cuadro: C - 7 - 2.



CUADRO: C-7-2

ESTIMACION DE LAS ROTACIONES DE LA RED EN FUNCION DE LAS CORRESPONDIENTES A LA ETAPA MEDIA

CONCEPTOS	MODELO I $RR_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 RM_{ij}$	MODELO II $RR_{ij}/RM_{ij} = \hat{b}_0/RM_{ij} + \hat{b}_1$
$\hat{b}_0$	-2,955676379 (-01)	-1,390969786 (-01)
$\hat{sb}_0$	1,713863240 (-01)	5,207157284 (-02)
$\hat{b}_1$	1,083123919 (00)	1,073278780 (00)
$\hat{sb}_1$	5,653863256 (-03)	4,848842163 (-01)
$R^2$	9,988840795 (-01)	6,612094549 (-02)
VARIANZA RESIDUAL	5,700613468 (-01)	1,043039680 (00)
$r (\hat{u}_t, RM_{ij})$	5,955963310 (-01)	7,666284835 (-01)*
$t = \frac{r (\sqrt{n-2})}{\sqrt{1-r^2}}$	4,747608340 (00)	4,923303353 (-01)

\* En el Modelo II r esta calculado entre  $u_t$  y  $1/RM_{ij}$ .

En el cuadro anterior se observa como la hipótesis de que los residuos son una función lineal de la variable exógena es plausible, como se demuestra al contrastar el valor del coeficiente de correlación.

Tal como afirma JOHNSTON<sup>2</sup> en numerosos estudios, especialmente aquellos basados en datos en sección mixta, la hipótesis de que la varianza de las perturbaciones aleatorias es constante no es realista.

La hipótesis, anteriormente expuesta, sobre el comportamiento lineal de los residuos, se puede formular de la siguiente forma:

$$\left[ e_{i j} \right] = a_0 + a_1 R M_{i j} \quad (7 - 3)$$

Este esquema es el más simple de los propuestos por GLEJSER<sup>3</sup> como contraste de la heteroscedasticidad.

La estimación de (7 - 3) da lugar a:

$$\hat{a}_0 = 1,114181468 \quad ( - 01 )$$

$$\left[ 1,064687749 \quad ( - 01 ) \right]$$

$$\hat{a}_1 = 1,675496117 \quad ( - 02 )$$

$$\left[ 3,512298313 \quad ( - 03 ) \right]$$

$$R^2 = 0,35693$$

Realizado el contraste de la hipótesis nula ( $H_0 : r = 0$ ), por medio de la expresión:

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

---

2.- JOHNSTON, J. (1.972): Op. citada. Pág. 214.

3.- JOHNSTON, J. (1.972): Op. citada. Pág. 220.



resulta un valor de  $t = 5,9487$ , en tanto que el valor que dan las tablas para  $t$  con cuarenta grados de libertad y un nivel de significación del cinco por cien  $\alpha = 0,05$  -, es  $t = 2,0211$ . Por tanto no se puede aceptar la hipótesis nula y en consecuencia dicho modelo no se puede considerar que sea homoscedástico.

Asimismo, se puede observar que el tipo de heteroscedasticidad es mixto :  $\hat{a}_0 \neq 0$  y  $\hat{a}_1 \neq 0$ , aunque observando las desviaciones típicas de los estimadores, se podría aceptar la hipótesis de que  $a_0$  es nulo.

El modelo propuesto en (7 - 2), lo podemos expresar en la forma de (7 - 1), con lo cual resulta:

$$\hat{R}_{i j} = - 1,390969786 ( - 01 ) + 1,073278780 ( 00 ) R_j$$

Para que se aprecie claramente la pequeña diferencia, desde el punto de vista de realizar estimaciones, entre ambos modelos, a continuación, en el gráfico G - 7 - 1 se reflejan las funciones lineales correspondientes a los mismos, para ello, es necesario expresar la estimación de (7 - 2) en forma lineal.

ROTACIONES  
DE LA RED

ROTACIONES DE LA RED EN FUNCION DE LAS ROTACIONES  
DE LA ETAPA MEDIA

MODELO I

$$RR_{ij} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 RM_{ij}$$

$$\hat{b}_0 = -2,955676379 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,083123919 \quad (00)$$

MODELO II

$$RR_{ij}/RM_{ij} = \hat{b}_0/RM_{ij} + \hat{b}_1$$

$$\hat{b}_0 = -1,390969786 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,073278780 \quad (00)$$

122

82

82

12

22

ROTACIONES  
E. MEDIA

82.

82.

122.

222.

\* En el gráfico se representa la función Lineal  $RR_{ij} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 RM_{ij}$

Resuelto ya el problema de estimar las rotaciones de la red en función de las que son necesarias según la etapa media, estamos ya en condiciones de calcular, a partir de un número de horas de vuelo, unas frecuencias y un tipo de flota, las rotaciones necesarias para realizar el programa de vuelos correspondiente.

Para ello, se toman de las compañías objeto de estudio, las horas bloque de las distintas flotas, así como la capacidad, número de asientos, correspondiente a cada una. Dicha información se obtiene del Compendio Estadístico de OACI nº 183 de 1.972: "Material Volante y Personal". A partir de dichos datos se estima el tiempo de rodaje para cada flota y, en consecuencia, la etapa media en tiempo de vuelo, así como el total de horas de vuelo; con estos pasos previos, ya se pueden calcular las rotaciones de la etapa media y las correspondientes a la red, para lo cual habrá que aplicar el modelo estimado en (7 - 2).

En los cuadros de información básica para este proceso por compañías y flotas, figuran calculados los valores de plantilla parcial de Pilotos y plantilla parcial de Auxiliares. El primero de ellos se calcula multiplicando por dos las rotaciones de la red y el segundo utilizando como factor multiplicador el cociente de la capacidad del avión entre veinticinco. En el caso en que existen flotas de carga pura, su plantilla de auxiliares se considera nula. Por tanto, los datos que figuran en los cuadros básicos por compañías, las plantillas parciales de Pilotos y Auxiliares están computadas sin considerar las vacaciones, es decir, significan plantilla media operativa a nivel anual.

Los cuadros con la información de detalle por compañías figuran en el Anexo D, con la numeración: C - 7 - 3 , ... , C - 7 - 17.

Una vez calculados los valores de las plantillas parciales operativas, veamos ahora la forma de llegar a las plantillas teóricas, recogiendo el efecto de las diferencias estadísticas sobre horas de vuelo, así como el efecto de las vacaciones.

En general, la suma de horas de vuelo comerciales realizadas por las flotas de cada compañía, no coinciden con el total de horas de vuelo realizadas en servicios comerciales por la compañía correspondiente; este hecho es debido a la existencia de alquileres temporales de servicios de flota entre compañías. Por otra parte, las horas de vuelo totales son siempre iguales o mayores que las comerciales, también llamadas horas de pago, en el sentido de que estas últimas generan ingresos. Este hecho es debido a la existencia de vuelos de prueba, instrucción de tripulaciones, etc.

Veamos ahora la forma de recoger dichos aspectos, para lo cual vamos a denominar por:

$HVP C_k$  : la suma de horas de vuelo parciales en servicios comerciales de la compañía k-ésima.

$HVT C_k$  : el total de horas de vuelo comerciales de la compañía k-ésima.

$HVT_k$  : las horas de vuelo totales, comerciales y no comerciales, realizadas por la compañía k-ésima.

$PPP_k$  : la plantilla parcial de Pilotos, plantilla operativa, que en media se necesitan todos los meses para volar en el año un total de  $HVP C_k$  horas de vuelo.

$PPA_k$  : la plantilla parcial de Auxiliares de Vuelo de la compañía k-ésima, que en media se necesitan todos los meses para volar al año un número de horas de vuelo  $HVP C_k$ .

$PTP_k$  : plantilla teórica de Pilotos que la compañía k-ésima necesita para volar un número de horas de vuelo  $HVT_k$ , supuesto que los Pilotos toman anualmente un mes de vacaciones.

$P T_k$  : plantilla teórica de Auxiliares necesarios por la compañía k-ésima para realizar  $H V T C_k$  horas de vuelo en un año y supuesto que disfrutan un mes de vacaciones al año.

Las relaciones que podemos establecer son las siguientes:

$$P T P_k = P P P_k \frac{H V T_k}{H V P C_k} \cdot \frac{12}{11} \quad (7 - 4)$$

$$P T A_k = P P A_k \frac{H V T C_k}{H V P C_k} \cdot \frac{12}{11} \quad (7 - 5)$$

El supuesto implícito en la expresión (7 - 4), es que los Pilotos tienen que realizar todas las horas de vuelo de la compañía, en tanto que en (7 - 5) está implícito el supuesto de que los Auxiliares solo se utilizan en los vuelos comerciales. Asimismo, también está implícito en ambas expresiones el hecho de que las horas de vuelo totales y las comerciales a nivel total se distribuyen entre las distintas flotas de la compañía de igual forma que lo hacen las horas de vuelo comerciales parciales, con las cuales se estimaron las rotaciones.

La información relativa a los distintos tipos de horas de vuelo, así como las plantillas parciales y totales por compañías, figura a continuación en el cuadro: C - 7 - 18.

CUADRO: C-7-18

## PLANTILLAS TEORICAS DE TRIPULANTES POR COMPAÑIAS

CONCEPTOS COMPAÑIAS	PLANTILLA TEORI- CA PARCIAL DE PILOTOS	PLANTILLA TEORI- CA PARCIAL DE AU- XILIARES VUELO	HORAS VUELO PARCIALES DE PAGO	HORAS VUELO TOTALES DE PAGO	HORAS VUELO TOTALES	P L A N T I L L A S   T E O R I C A S	
						PILOTOS	AUXILIARES
A E R O L I N E A S	136,83	303,89	60.966	60.966	62.489	153	332
Q A N T A S	166,42	576,32	76.501	80.230	83.300	198	659
S A B E N A	161,54	475,95	74.546	75.474	76.400	181	526
V A R I C	208,09	358,86	96.355	108.162	110.284	260	439
A I R   C A N A D A	546,64	1384,51	249.166	249.166	254.397	608	1510
A I R   F R A N C E	515,56	1539,88	236.577	252.405	256.448	610	1792
L U F T H A N S A	539,83	1419,74	237.865	238.720	243.895	604	1554
A L I T A L I A	391,38	1044,6	179.909	189.755	194.483	462	1202
J A P A N	409,44	1684,17	188.164	191.493	209.052	496	1870
A E R O   -   M E X I C O	144,23	293	65.971	66.424	67.588	162	322
K L M	320,74	116,25	140.090	151.679	154.790	386	1318
S A S	377,96	876,88	166.679	173.831	175.742	434	998
S A A	134,24	413,47	58.892	59.639	61.173	152	457
I B E R I A	378,02	892,47	183.488	185.307	194.823	438	983
B E A	439,68	917,45	198.217	195.183	199.994	484	986
T O T A L	4870,60	13297,44	2.213.386	2.278.434	2.344.858	5.628	14.948

## 7.2. INDICES "ABSOLUTOS" Y "RELATIVOS" DE ACTIVIDAD

Una vez resuelto en el epígrafe anterior el problema de estimar las plantillas teóricas de tripulantes por compañías, vamos a ver en este epígrafe cómo podríamos definir los índices de actividad.

El significado de las plantillas calculadas es el de necesidades mínimas, es decir, sin tener en cuenta las funciones complementarias que las tripulaciones realizan como función aneja a la del vuelo.

Con arreglo al concepto expuesto, de tripulantes teóricos mínimos, podríamos definir un índice "absoluto" de actividad, en el sentido de tomar como referencia el óptimo ideal, es decir, la plantilla teórica mínima. Para ello, podemos expresar, para cada compañía, dicho índice como el cociente, en tanto por ciento, entre el número mínimo de tripulantes y el número real.

El que denominemos a este índice como "absoluto" no es que signifique que tenga dimensiones, ya que todos los índices son por definición indicadores relativos carentes de dimensión; la razón de dicha denominación está en que se utiliza una base de referencia - III Convenio Colectivo de Iberia con su Personal de Vuelo y modelo estimado a través de (7 - 2) - que la consideramos fija y óptima.

Asimismo, definiremos un índice "relativo" por compañía y grupo de tripulantes, como cociente porcentual entre el índice "absoluto" correspondiente y el que resulta a nivel global para el conjunto de las compañías de la muestra.

La información relativa a plantillas reales de tripulantes por compañías, se ha obtenido del Compendio Estadístico nº 183 de OACI, citado anteriormente.

Denominemos, para la compañía k-ésima, por:

$P R P_k$  : plantilla real de Pilotos.

$P R A_k$  : plantilla real de Auxiliares.

$I A P_k$  : índice "absoluto" de actividad de los Pilotos.

$I A A_k$  : índice "absoluto" de actividad de los Auxiliares.

$I R P_k$  : índice "relativo" de actividad de los Pilotos.

$I R A_k$  : índice "relativo" de actividad de los Auxiliares.

Podremos expresar dichos índices de la siguiente forma:

$$I A P_k = \frac{P T P_k}{P R P_k} \cdot 100 \quad (7 - 6)$$

$$I A A_k = \frac{P T A_k}{P R A_k} \cdot 100 \quad (7 - 7)$$

$$I R P_k = \left\{ \frac{P T P_k}{P R P_k} : \frac{\sum_{k=1}^m P T P_k}{\sum_{k=1}^m P R P_k} \right\} \cdot 100 \quad (7 - 8)$$

$$I R A_k = \left\{ \frac{P T A_k}{P R A_k} : \frac{\sum_{k=1}^m P T A_k}{\sum_{k=1}^m P R A_k} \right\} \cdot 100 \quad (7 - 9)$$

A continuación, en el cuadro: C - 7 - 19, figuran los valores que para ca da compañía toman los distintos índices definidos anteriormente. Asimismo, se han representado en los gráficos: G - 7 - 2 y G - 7 - 3, los valores de los índices "relativos" de actividad de Pilotos y Auxiliares respectivamente.



INDICES "ABSOLUTOS" Y "RELATIVOS" DE ACTIVIDAD DE LOS TRIPULANTES

CUADRO: C-7-19

CONCEPTOS COMPAÑIAS	PLANTILLA TEORICA DE PILOTOS	PLANTILLA REAL DE PILOTOS	INDICE ABSOLU- TO DE ACTIVI- DAD DE PILOTOS	INDICE RELATI- VO DE ACTIVI- DAD DE PILOTOS	PLANTILLA TEO- RICA DE AUXI- LIARES VUELO	PLANTILLA REAL DE AUXILIARES DE VUELO	INDICE ABSOLUTO DE ACTIVIDAD DE AUXILIARES VUELO	INDICE RELATIVO DE ACTIVIDAD DE AUXILIARES VUEL.
AEROLINEAS	153	318	48,1	101,3	332	499	66,5	95,5
QANTAS	198	547	36,2	76,2	659	1081	61	87,5
SABENA	181	370	48,9	102,9	526	669	78,6	112,8
VARIG	260	505	51,5	108,4	439	765	57,4	82,3
AIR CANADA	547	1118	48,9	102,9	1510	2296	65,8	94,4
AIR FRANCE	610	1164	52,4	110,3	1792	2946	60,8	87,3
LUFTHANSA	604	1003	60,2	126,7	1554	1721	90,3	129,5
ALITALIA	462	1119	41,3	86,9	1202	1720	69,9	100,3
JAPAN	496	884	56,1	118,1	1870	2264	82,6	118,5
AERO - MEXICO	162	311	52,1	109,7	322	338	95,3	136,7
KLM	386	752	51,3	108	1318	1557	84,6	121,4
SAS	434	1168	37,2	78,3	998	1507	66,2	95,0
SAA	152	339	44,8	94,3	457	784	58,3	83,6
IBERIA	438	556	78,8	165,9	983	1258	78,1	112,1
BEA	484	1565	30,9	65,1	986	1593	61,9	88,8
TOTAL	5567	11719	47'5	100	13948	19998	69,7	100

# INDICE RELATIVO DE ACTIVIDAD DE LOS PILOTOS POR COMPAÑIAS

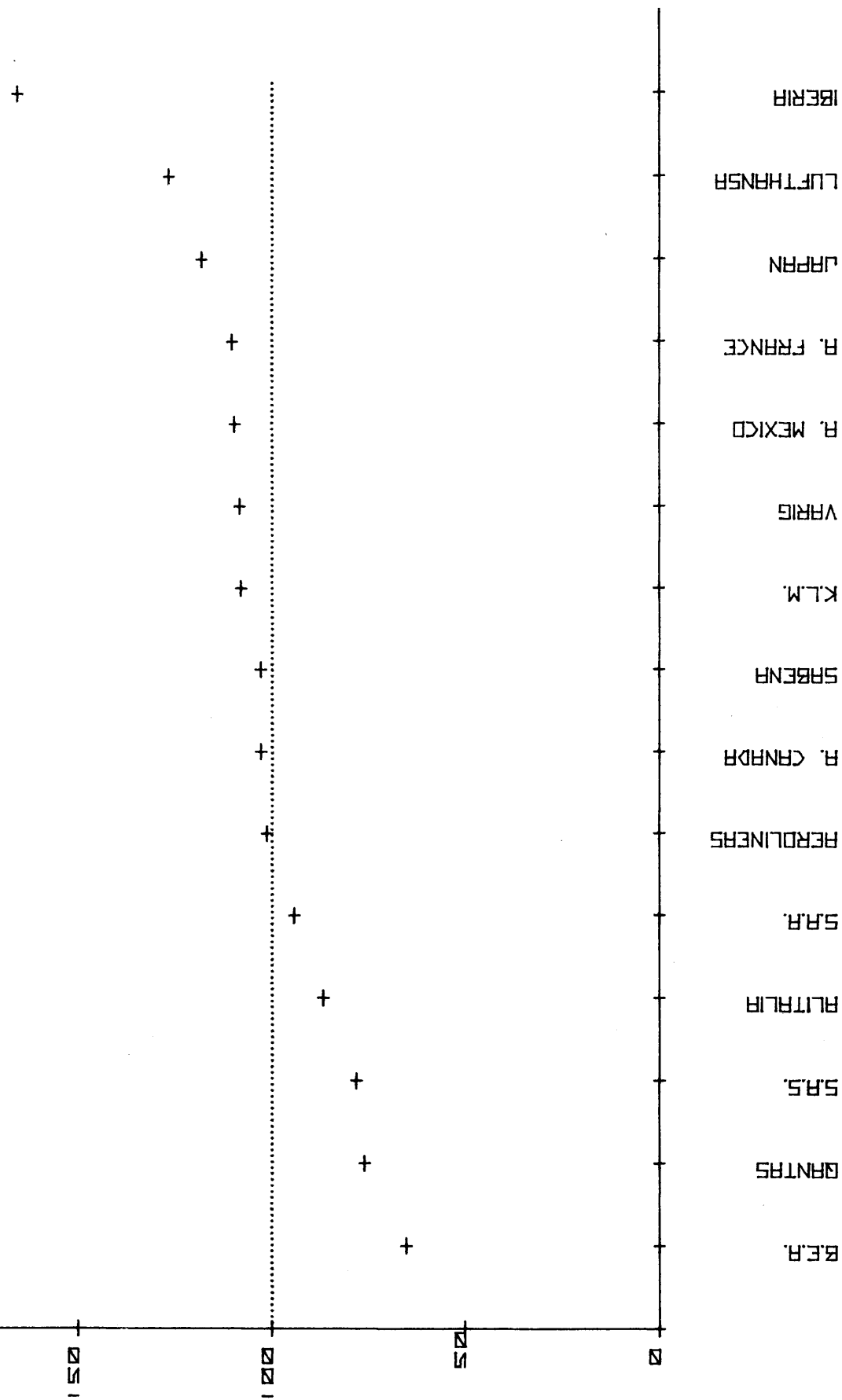
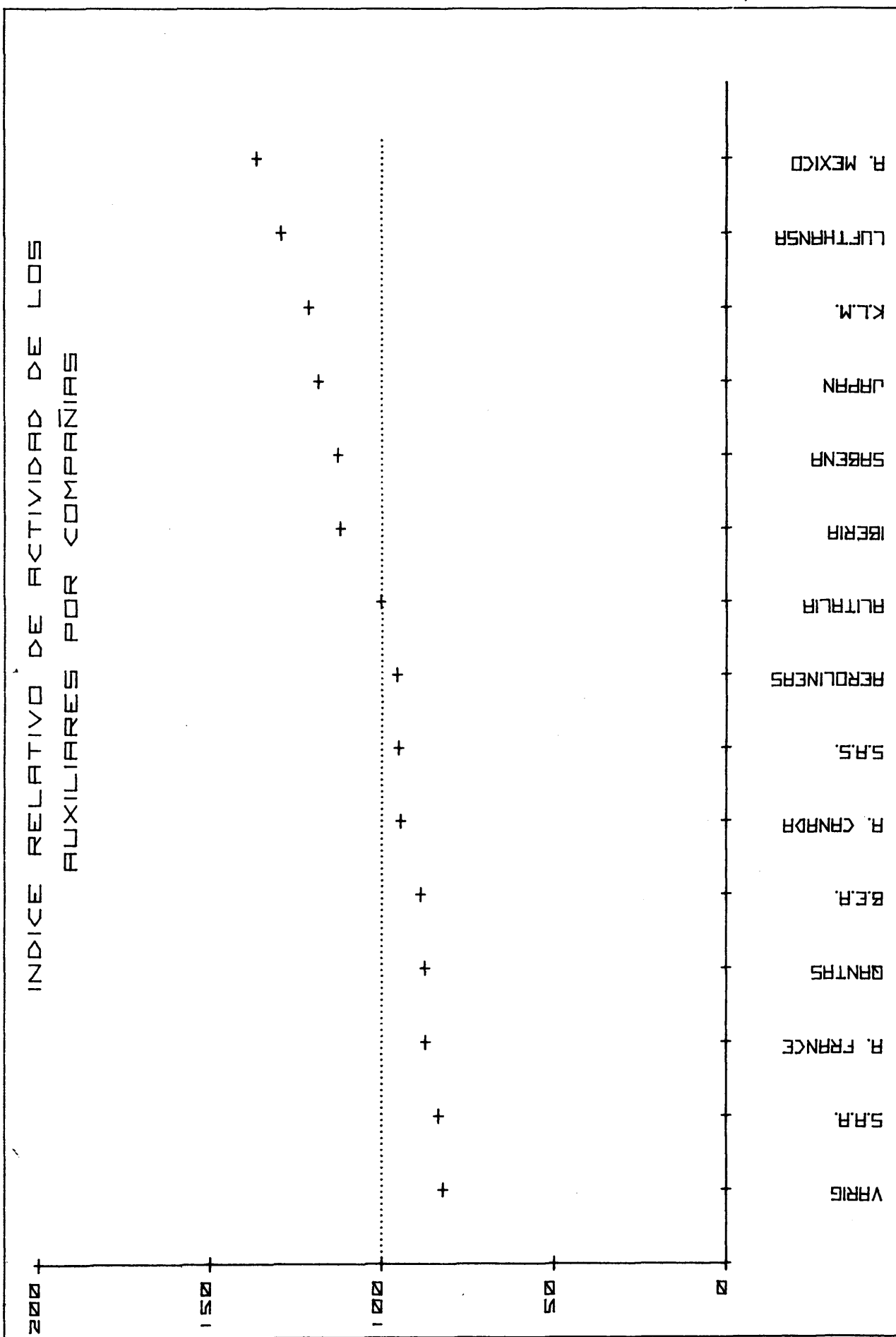


GRAFICO: G-7-3



A la vista de los resultados que figuran en el cuadro: C - 7 - 19, se llega a las siguientes conclusiones:

- El índice "absoluto" de Pilotos, a nivel de conjunto de compañías, -47,5-, es notablemente inferior que el que resulta para los Auxiliares de Vuelo, -69,7-. Esto puede ser debido a las siguientes razones:
  - . Existencia de Convenios Colectivos que, en general, sean más restrictivos, en el sentido de limitar en mayor medida la actividad de vuelo, para los Pilotos que para los Auxiliares de Vuelo.
  - . Actividades en tierra, fundamentalmente en puestos de mando y como Instructores, más frecuentes en el caso de los Pilotos que en el de los Auxiliares.
  - . El número de asientos, 25 , fijado como dimensión típica en cada vuelo para ser atendidos por un Auxiliar, es posible que sea inferior al valor que en la realidad del transporte aéreo se presenta con más frecuencia.
- Los valores de los índices de actividad tienen una dispersión bastante notable para los dos grupos de tripulantes considerados.
- Se observa que la única compañía en la cual los índices "absolutos" de actividad de Pilotos y Auxiliares coinciden es en Iberia. Los valores respectivos son 78,8 y 78,1. En el resto de las compañías, excepto Varig, dichos índices difieren sustancialmente, en especial en BEA, SAS y Aero-México.



8.- ANEXO C  
GRAFICOS



TIEMPO VUELO  
CHORRAS

BOEING-747

TIEMPO DE VUELO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$\hat{V}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 2,166544191 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,183502468 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_2 = -1,087114540 \quad (-08)$$

$$R^2 = 9,986649686 \quad (-01)$$

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

11. 10. 9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1.



GRAFICO: 0-2-2

TIEMPO VUELO  
CHORRES

DC-10-30

TIEMPO DE VUELO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

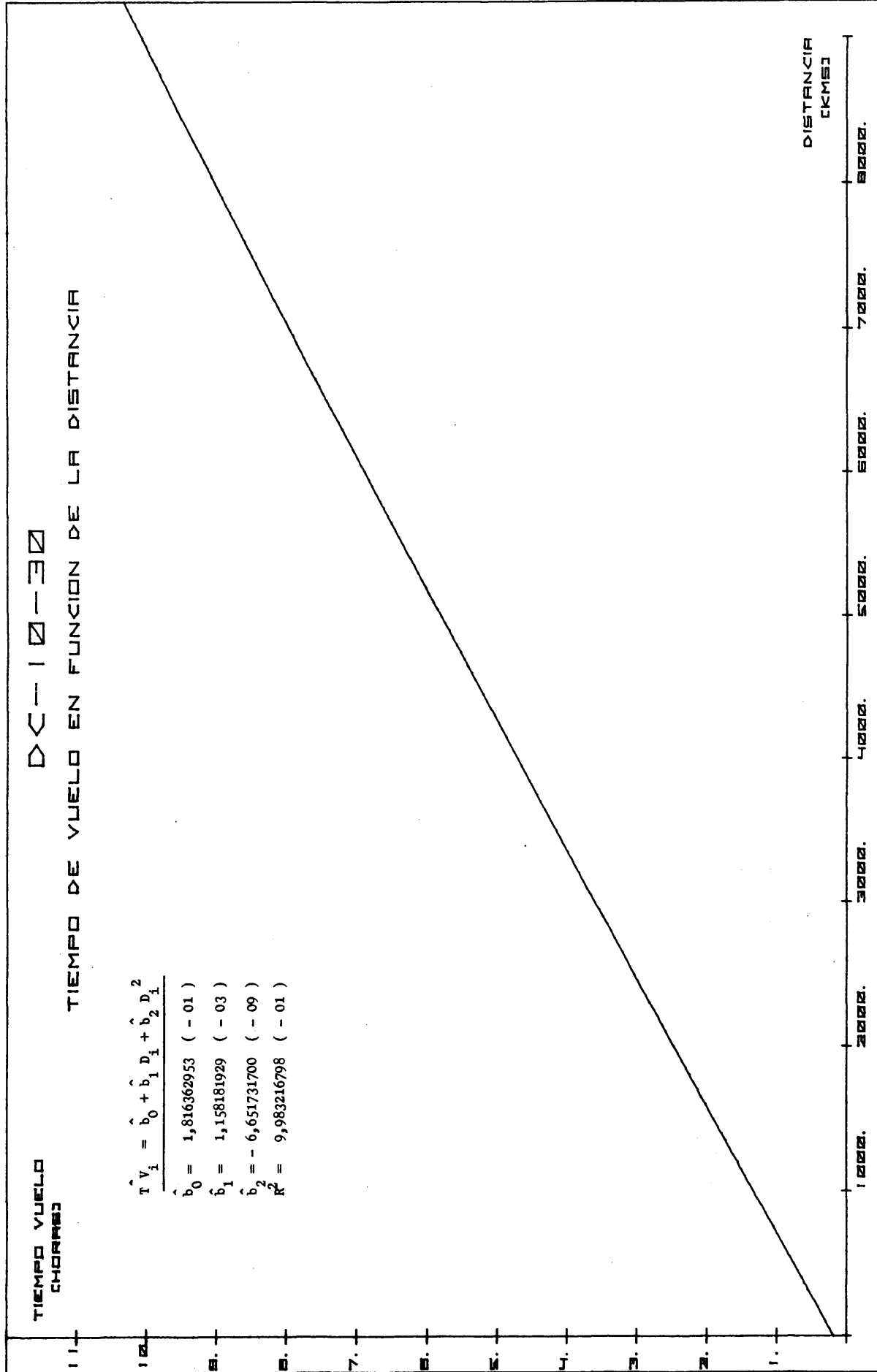
$$\hat{T}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,816362953 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,158181929 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_2 = -6,651731700 \quad (-09)$$

$$R^2 = 9,983216798 \quad (-01)$$



TIEMPO VUELO  
HORAS

00-00-00

TIEMPO DE VUELO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

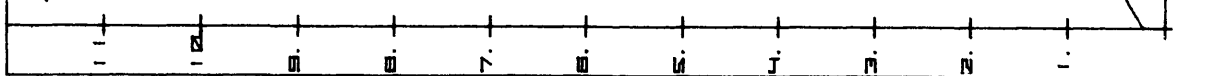
$$\hat{T}V_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 2,26717720 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,180644656 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_2 = -4,467817380 \quad (-09)$$

$$R^2 = 9,99075414 \quad (-01)$$



DISTANCIA  
KMS

TIEMPO VUELO  
CHORRES

DC-B-50

TIEMPO DE VUELO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

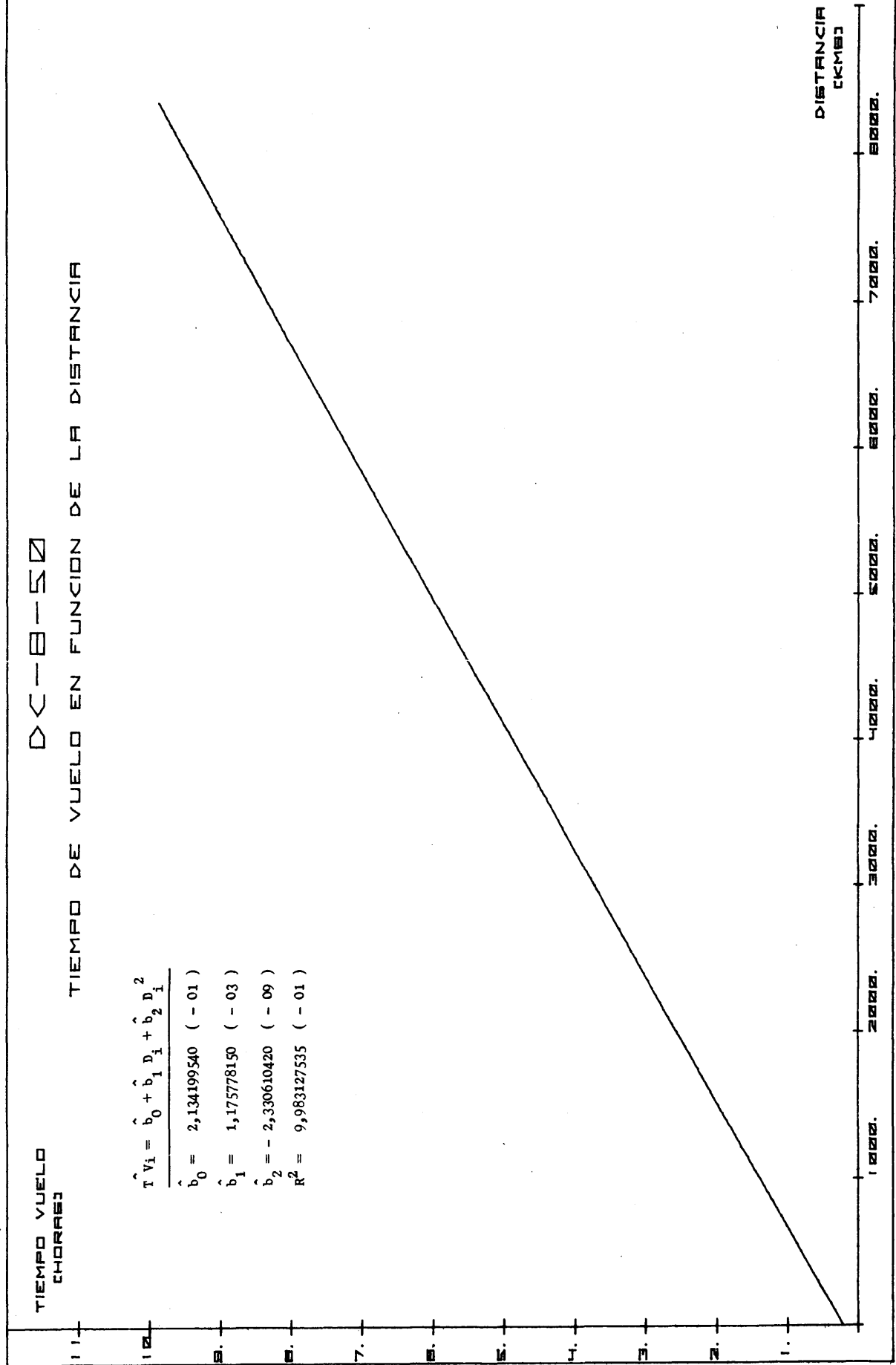
$$\hat{T}_{Vi} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 2,134199540 \quad ( - 01 )$$

$$\hat{b}_1 = 1,175778150 \quad ( - 03 )$$

$$\hat{b}_2 = - 2,330610420 \quad ( - 09 )$$

$$R^2 = 9,983127535 \quad ( - 01 )$$



TIEMPO VUELO  
HORAS

BOEING-727

TIEMPO DE VUELO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$\hat{T} V_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,083849571 \quad ( - 01 )$$

$$\hat{b}_1 = 1,456033649 \quad ( - 03 )$$

$$\hat{b}_2 = - 1,269804709 \quad ( - 07 )$$

$$R^2 = 9,912580705 \quad ( - 01 )$$

5.

4.

3.

2.

1.

DISTANCIA  
KMS

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

GRAFICO: G-2-6

TIEMPO VUELO  
CHORRES

DC-9-30

TIEMPO DE VUELO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$\hat{T}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,23193424 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,416148034 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_2 = -7,279082540 \quad (-08)$$

$$R^2 = 9,915316458 \quad (-01)$$



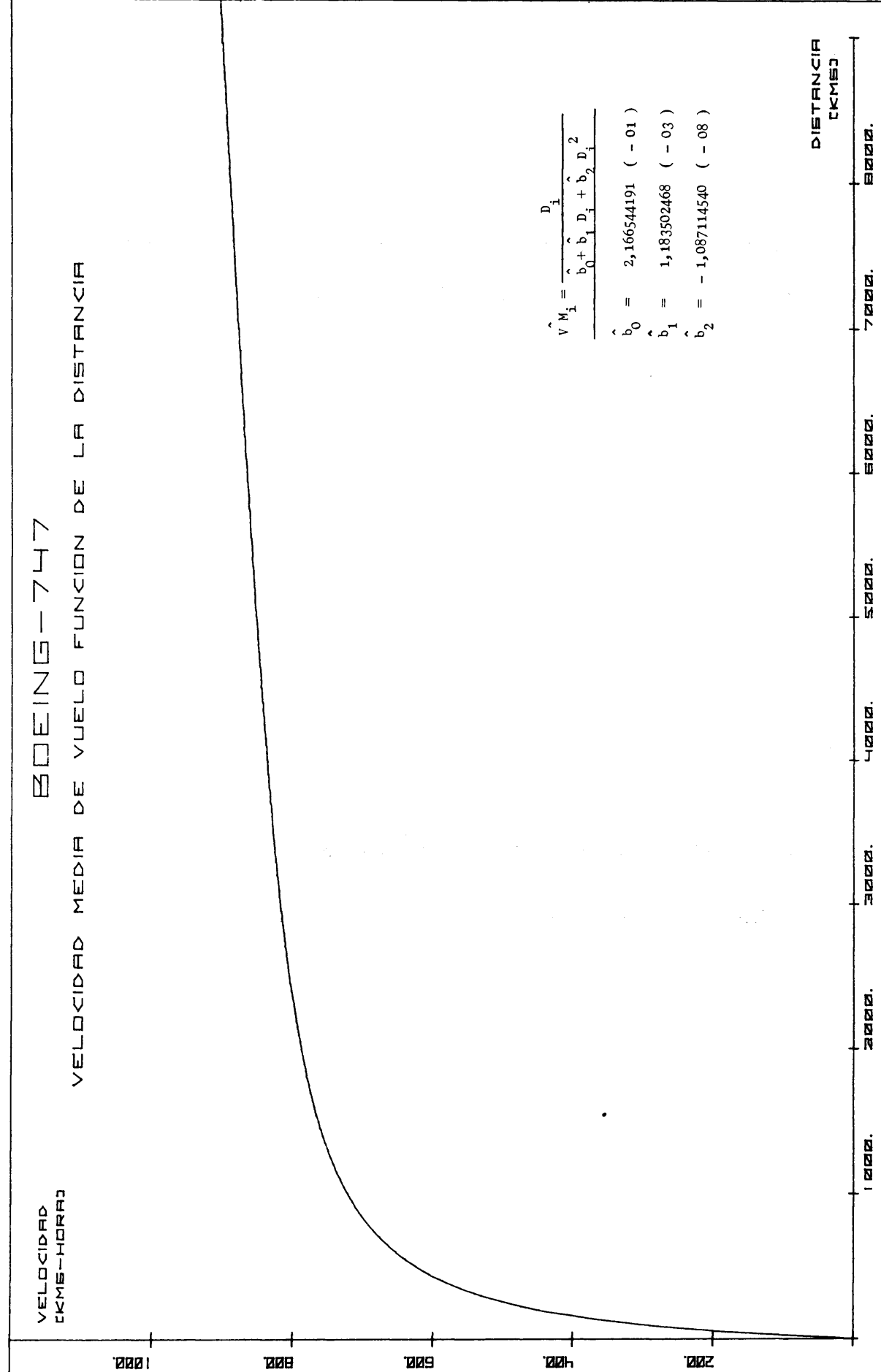
DISTANCIA  
KMED

GRAFICO: G-2-7

VELOCIDAD  
KMS-HORAS

BOEING-747

VELOCIDAD MEDIA DE VUELO FUNCION DE LA DISTANCIA



$$\hat{V} M_i = \frac{D_i}{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}$$

$$\hat{b}_0 = 2,166544191 \quad ( - 01 )$$

$$\hat{b}_1 = 1,183502468 \quad ( - 03 )$$

$$\hat{b}_2 = - 1,087114540 \quad ( - 08 )$$

DISTANCIA  
KMS

GRAFICO: G-2-8

VELOCIDAD  
KMS-HORAS

00-10-30

VELOCIDAD MEDIA DE VUELO FUNCION DE LA DISTANCIA

1000

2000

3000

4000

5000

$$\hat{V} M_i = \frac{\hat{D}_i}{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}$$

$$\hat{b}_0 = 1,816362953 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,158181929 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_2 = -6,651731700 \quad (-09)$$

DISTANCIA  
KMS

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

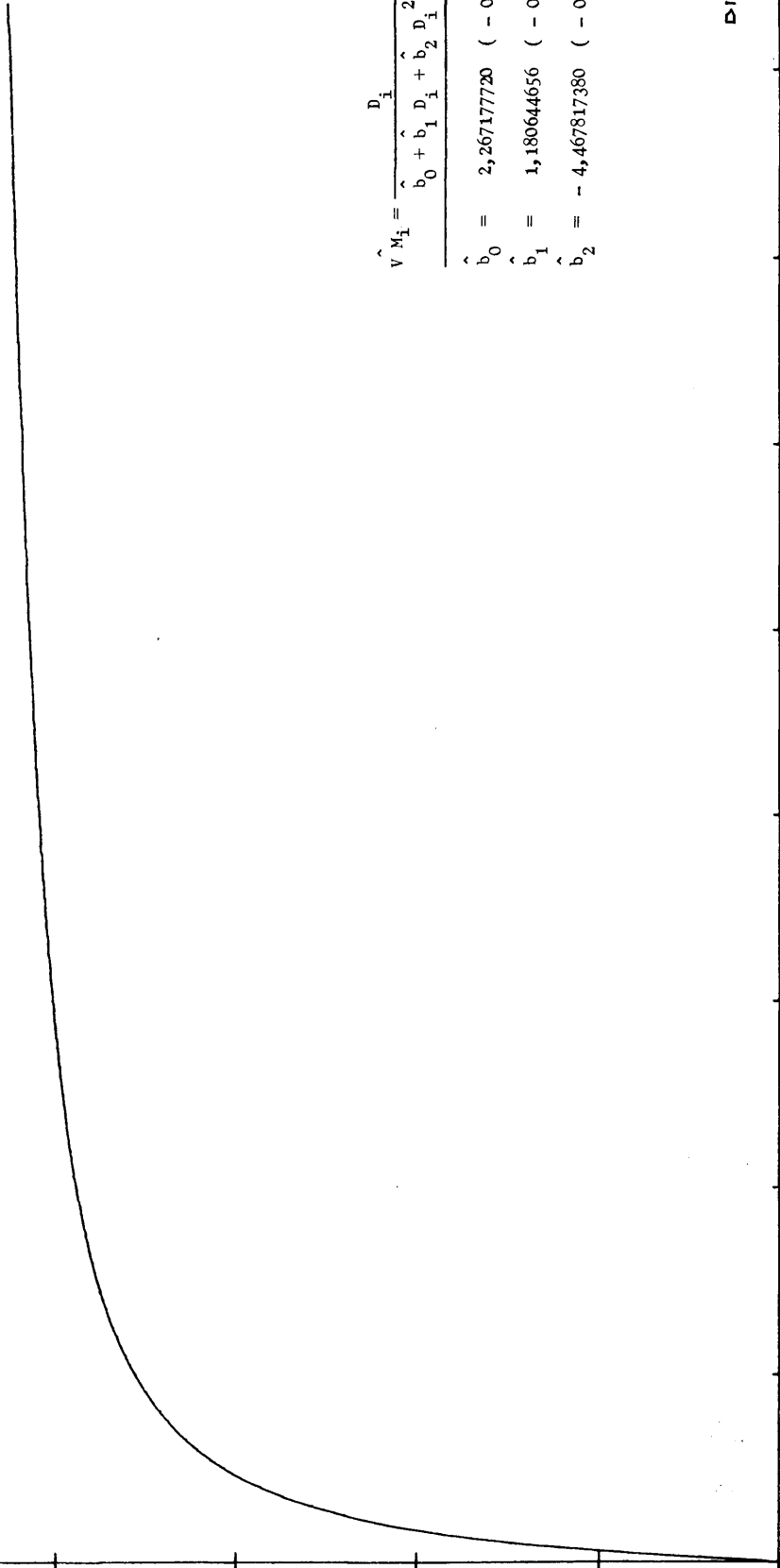
8000

VELOCIDAD  
KMS-HORAS

00-00-63

VELOCIDAD MEDIA DE VUELO FUNCION DE LA DISTANCIA

1000 900 800 700 600



DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

$$\hat{V}_{M_i} = \frac{D_i}{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}$$

|             |   |               |          |
|-------------|---|---------------|----------|
| $\hat{b}_0$ | = | 2,26717720    | ( - 01 ) |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,180644656   | ( - 03 ) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 4,467817380 | ( - 09 ) |



GRAFICO: G-2-10

DC-8-50

VELOCIDAD MEDIA DE VUELO FUNCION DE LA DISTANCIA

VELOCIDAD  
KMS-HORA

1000 800 600 400 200

DISTANCIA  
KMS

1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000

$$\hat{V}_{M_i} = \frac{D_i}{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}$$

$$\hat{b}_0 = 2,134199540 \quad ( - 01 )$$

$$\hat{b}_1 = 1,17578150 \quad ( - 03 )$$

$$\hat{b}_2 = - 2,330610420 \quad ( - 09 )$$

GRAFICO: G-2-11

VELOCIDAD  
KMS-HORAS

BOEING-727

VELOCIDAD MEDIA DE VUELO FUNCION DE LA DISTANCIA

1000 800 600 400 200



DISTANCIA  
KMS

500. 1000. 1500. 2000. 2500. 3000. 3500.

$$\hat{V}M_i = \frac{\hat{D}_i}{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,083849571 \quad (-01) \\ \hat{b}_1 &= 1,456033649 \quad (-03) \\ \hat{b}_2 &= -1,269804709 \quad (-07) \end{aligned}$$

GRAFICO: 0-2-12

DC-9-30

VELOCIDAD  
KMS-HORAS

VELOCIDAD MEDIA DE VUELO FUNCION DE LA DISTANCIA

1000 800 600 400 200



DISTANCIA  
KMS

250. 500. 750. 1000. 1250. 1500. 1750.

$$\hat{V}_{M1} = \frac{D_i}{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}$$

$$\hat{b}_0 = 1,231933424 \quad ( - 01 )$$

$$\hat{b}_1 = 1,416148034 \quad ( - 03 )$$

$$\hat{b}_2 = - 7,279082540 \quad ( - 08 )$$

# BOEING-747

VELOCIDAD INSTANTANEA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$\hat{V}_i = \frac{1}{\hat{b}_1 + 2\hat{b}_2 D_i}$$

- $\hat{b}_0 = 2,166544191 \quad (-.01)$
- $\hat{b}_1 = .1,183502468 \quad (-.03)$
- $\hat{b}_2 = -1,087114540 \quad (-.08)$

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

GRAFICO: G-2-14

VELOCIDAD  
INSTANTANEA

DC-10-30

VELOCIDAD INSTANTANEA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$\hat{v}_i = \frac{1}{\hat{b}_1 + 2\hat{b}_2 D_i}$$

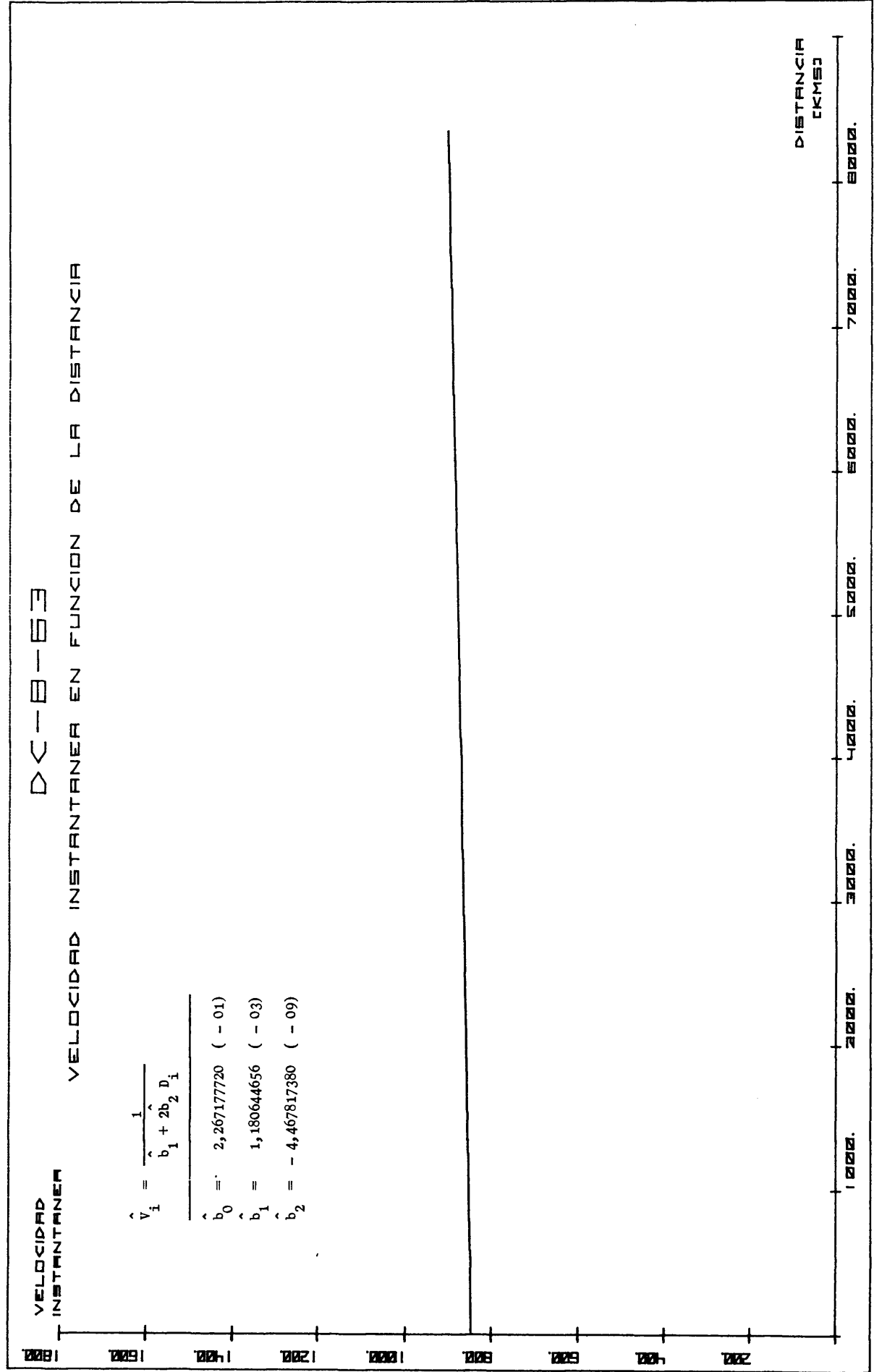
- |               |               |         |
|---------------|---------------|---------|
| $\hat{b}_0 =$ | 1,816362953   | ( - 01) |
| $\hat{b}_1 =$ | 1,158181929   | ( - 03) |
| $\hat{b}_2 =$ | - 6,651731700 | ( - 09) |

DISTANCIA  
KMS

1800  
1600  
1400  
1200  
1000  
800  
600  
400  
200

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

GRAFICO: G-2-15



DC-8-50

VELOCIDAD INSTANTANEA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$\hat{v}_i = \frac{1}{\hat{b}_1 + 2\hat{b}_2 D_i}$$

- $\hat{b}_0 = 2,134199540 \quad (-01)$
- $\hat{b}_1 = 1,17577150 \quad (-03)$
- $\hat{b}_2 = -2,330610420 \quad (-09)$

1000  
1500  
2000  
2500  
3000  
3500  
4000  
4500  
5000  
5500  
6000  
6500  
7000  
7500  
8000  
8500  
9000  
9500  
10000

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000. 9000.

VELOCIDAD  
INSTANTANEA

BOEING-727

VELOCIDAD INSTANTANEA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

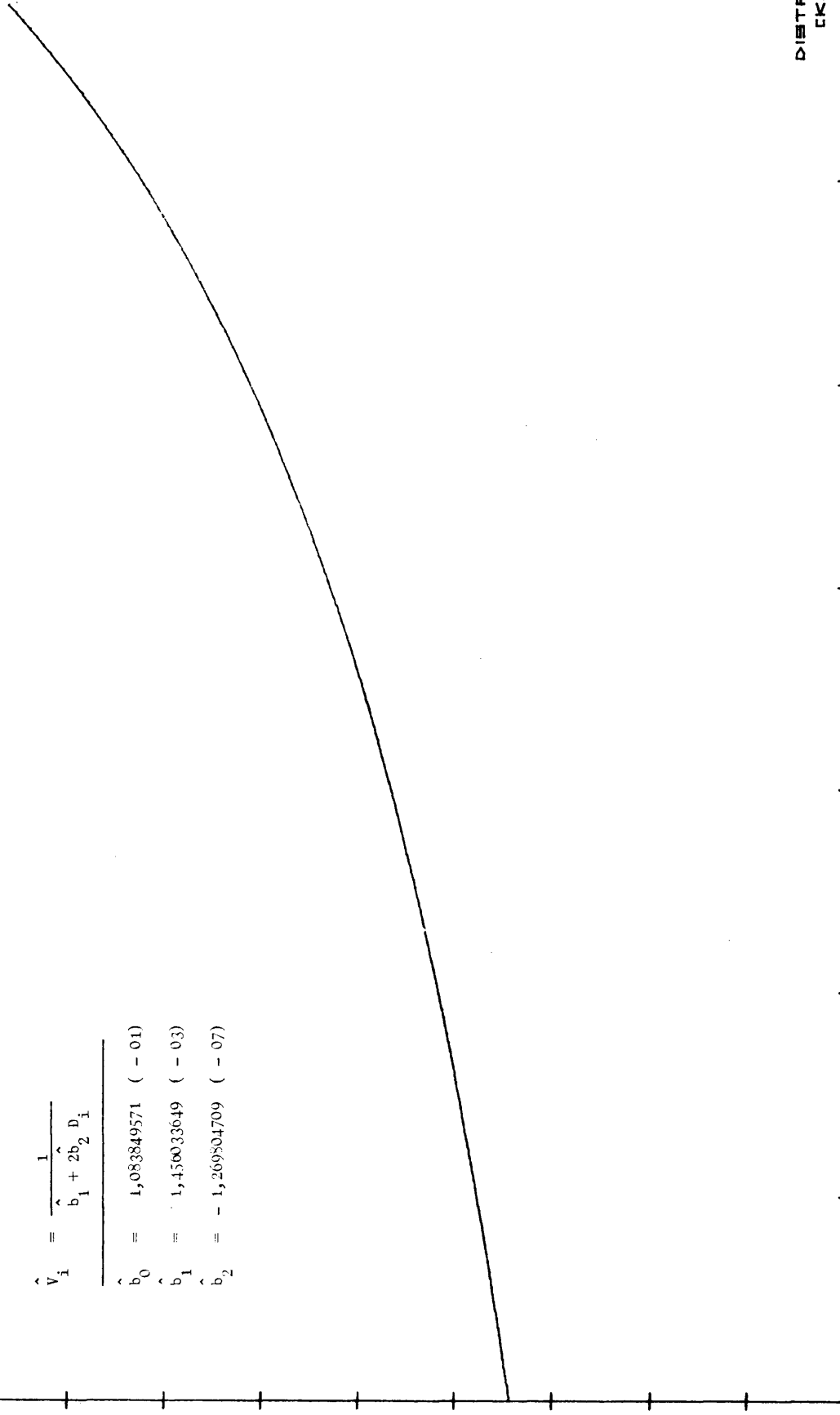
$$\hat{V}_i = \frac{1}{\hat{b}_1 + 2\hat{b}_2 D_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,083849571 \quad (-01) \\ \hat{b}_1 &= 1,456033649 \quad (-03) \\ \hat{b}_2 &= -1,269804709 \quad (-07) \end{aligned}$$

1800  
1600  
1400  
1200  
1000  
800  
600  
400  
200

DISTANCIA  
KMS

500. 1000. 1500. 2000. 2500. 3000. 3500.





DC-9-30

VELOCIDAD  
INSTANTANEA

VELOCIDAD INSTANTANEA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$\hat{V}_i = \frac{1}{\hat{b}_1 + 2\hat{b}_2 D_i}$$

$\hat{b}_0 = 1,231933424 \quad (-01)$   
 $\hat{b}_1 = 1,416148034 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_2 = -7,279082540 \quad (-08)$

1800  
1600  
1400  
1200  
1000  
800  
600  
400  
200

DISTANCIA  
KMS

2500. 5000. 7500. 10000. 12500. 15000. 17500.

CONSUMO  
LIBRAS

BOEING-747

CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,036937129 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 2,686944751 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 2,038074277 \quad (-04)$$

$$R^2 = 9,919865646 \quad (-01)$$

30000.

25000.

20000.

15000.

10000.

5000.

0

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

DISTANCIA  
(KMS)

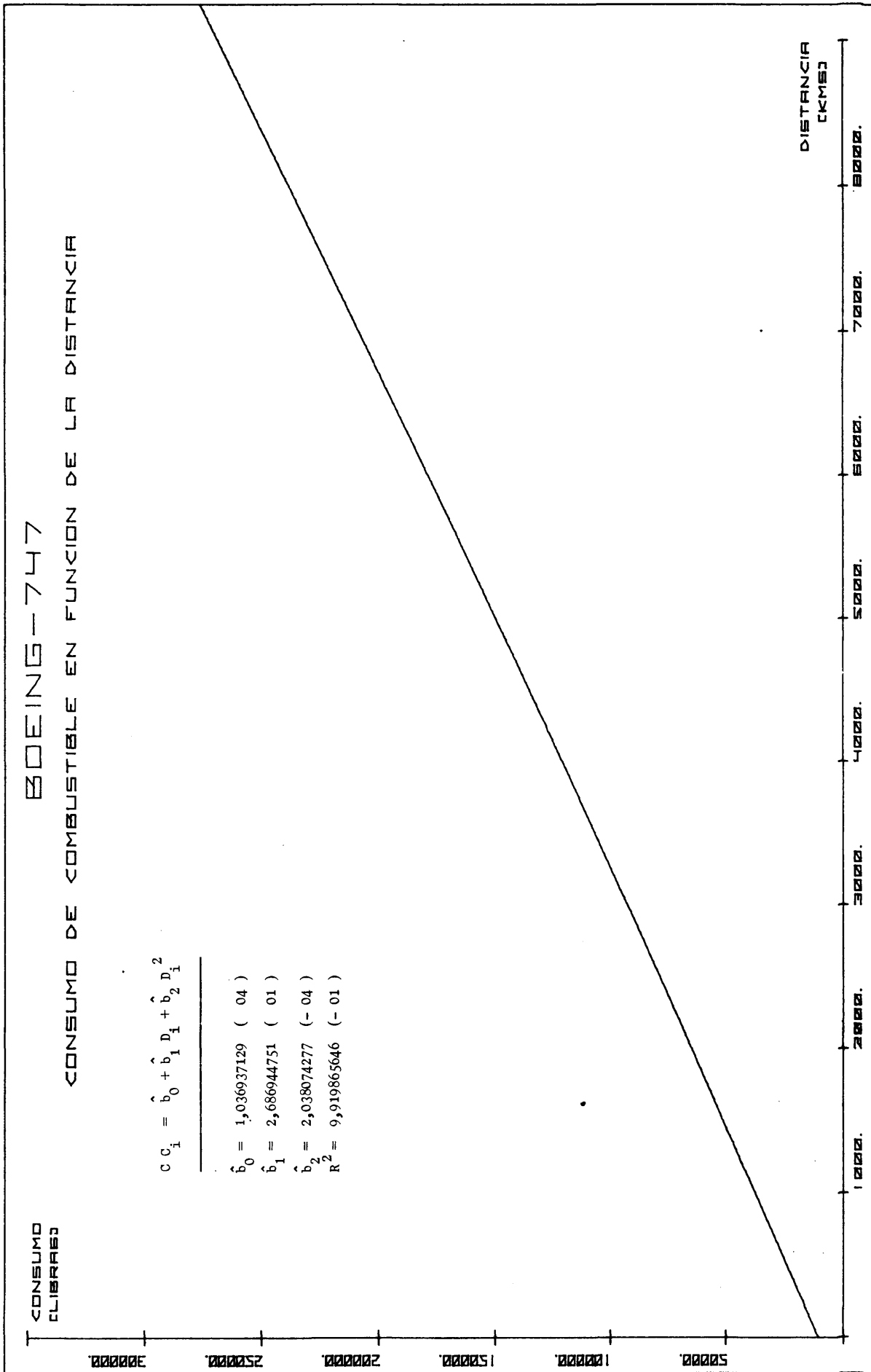


GRAFICO: G-2-20

CONSUMO  
CLIBAROS

DC-10-30

CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$\hat{C}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 6,521342178 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,922434513 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 1,437254932 \quad (-04)$$

$$R^2 = 9,972221511 \quad (-01)$$

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

000000

000000

000000

000000

000000

000000

CONSUMO  
CLIMARES

DC-8-63

CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

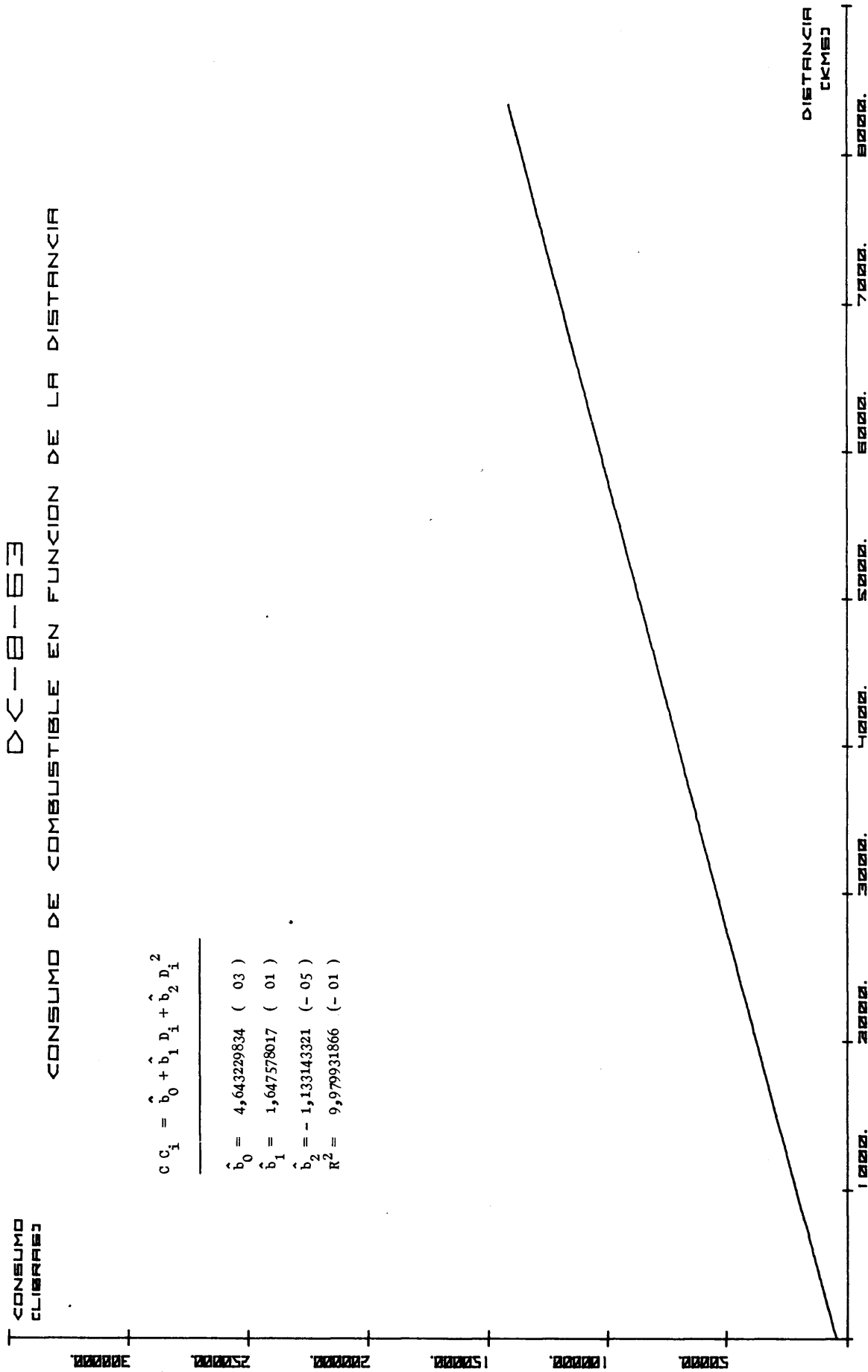
$$C_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 4,643229834 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,647578017 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,133143321 \quad (-05)$$

$$R^2 = 9,979931866 \quad (-01)$$



CONSUMO  
CLIBRADO

DC-8-50

CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

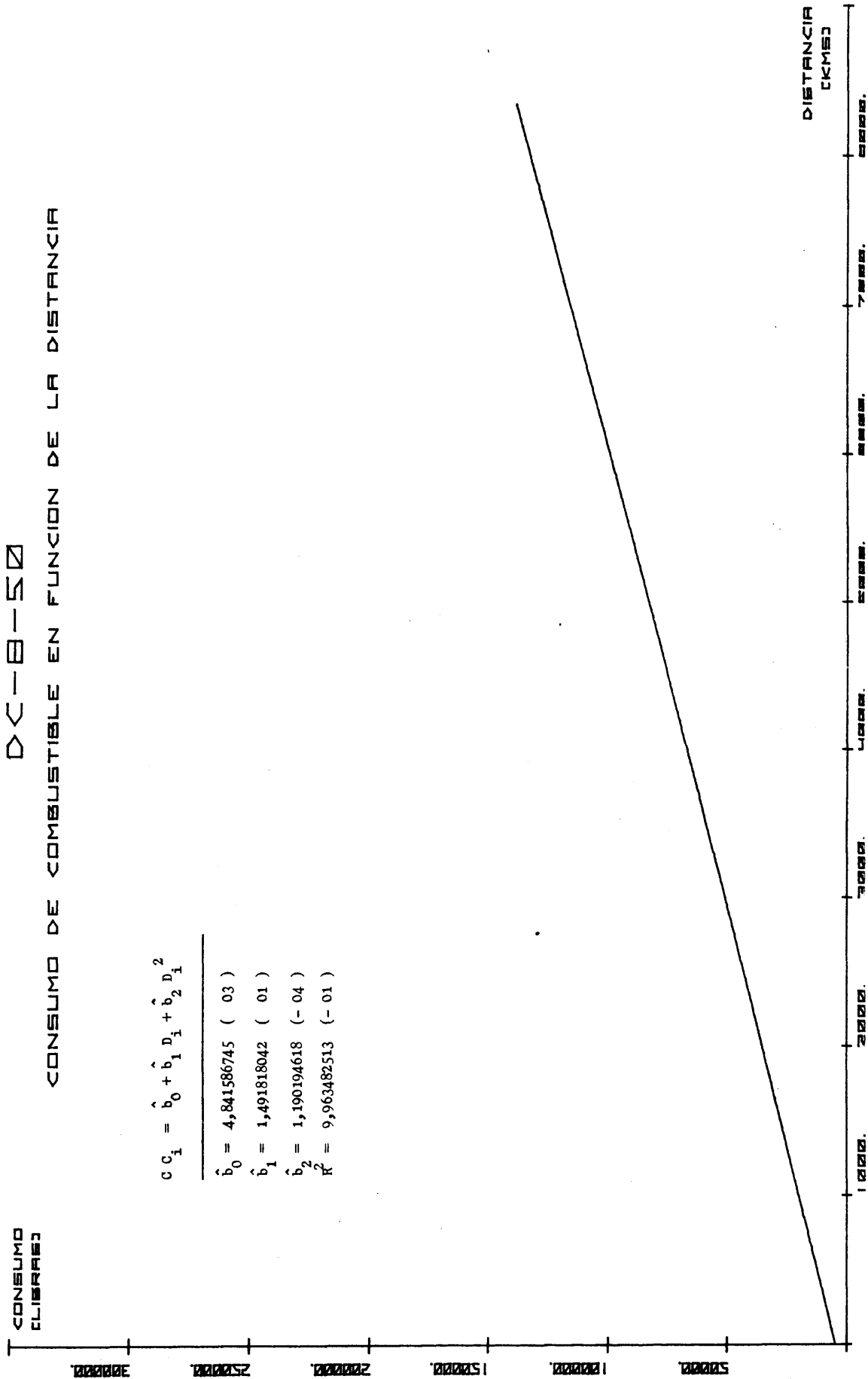
$$C_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 4,841586745 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,491818042 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 1,190194618 \quad (-04)$$

$$R^2 = 9,963482513 \quad (-01)$$



CONSUMO  
CLERAGE

BOEING-727

CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

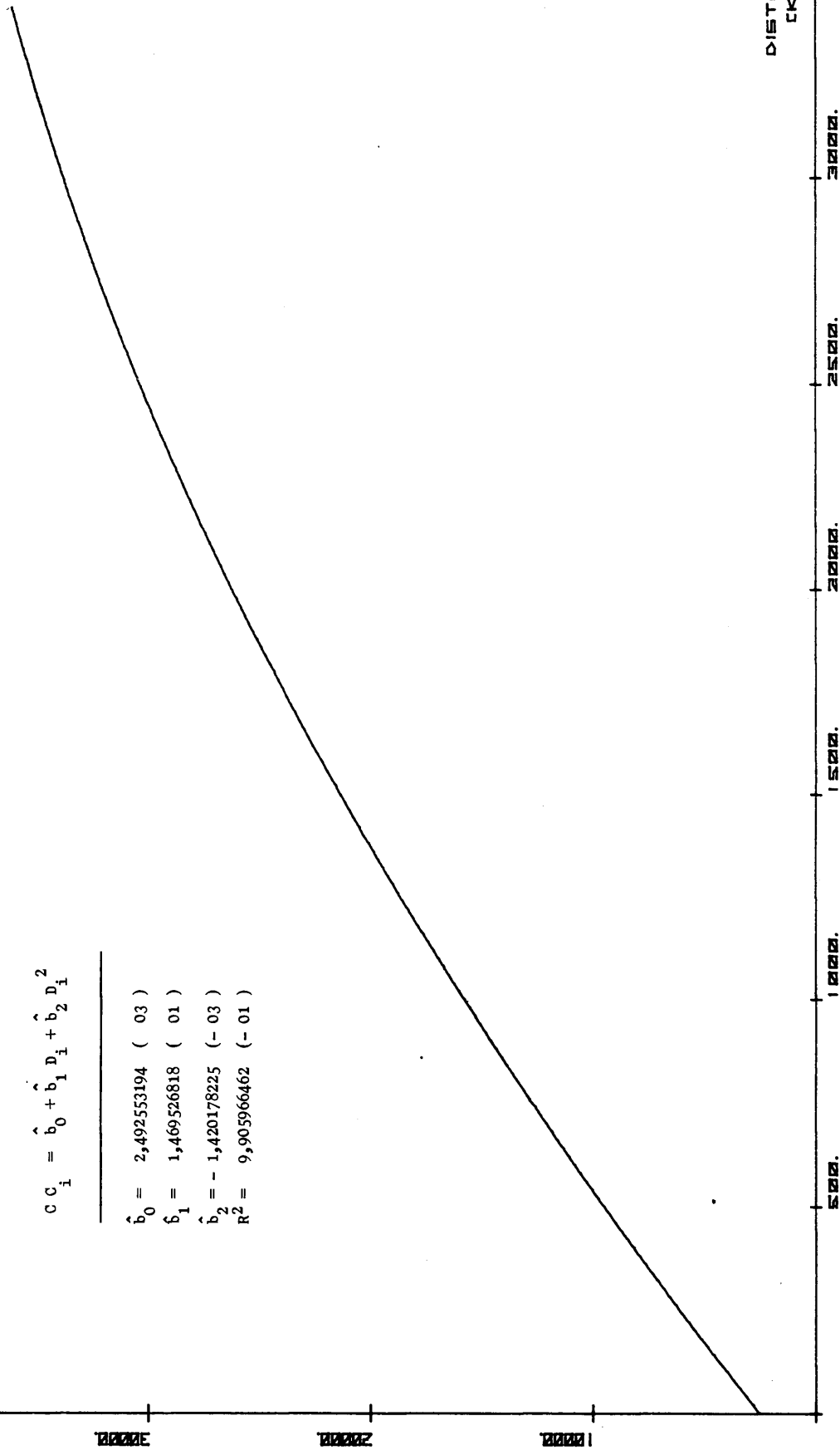
$$CQ_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 2,492553194 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,469526818 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,420178225 \quad (-03)$$

$$R^2 = 9,905966462 \quad (-01)$$



DISTANCIA  
(KMS)

GRAFICO: G-2-24

CONSUMO  
CLIBRAB3

00-00-30

CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

2000

1500

1000

500

$$C C_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,425051421 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 9,848029191 \quad (00)$$

$$\hat{b}_2 = -8,876288378 \quad (-04)$$

$$R^2 = 9,916433707 \quad (-01)$$

DISTANCIA  
CKMB3

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

CONSUMO  
LIBRAS

BOEING-747

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE POR AVION-KM  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

125  
100  
75  
50  
25



DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

$$CCK_i = \hat{b}_0 / D_i + \hat{b}_1 + \hat{b}_2 D_i$$

$$\hat{b}_0 = 1,036937129 \quad (04)$$

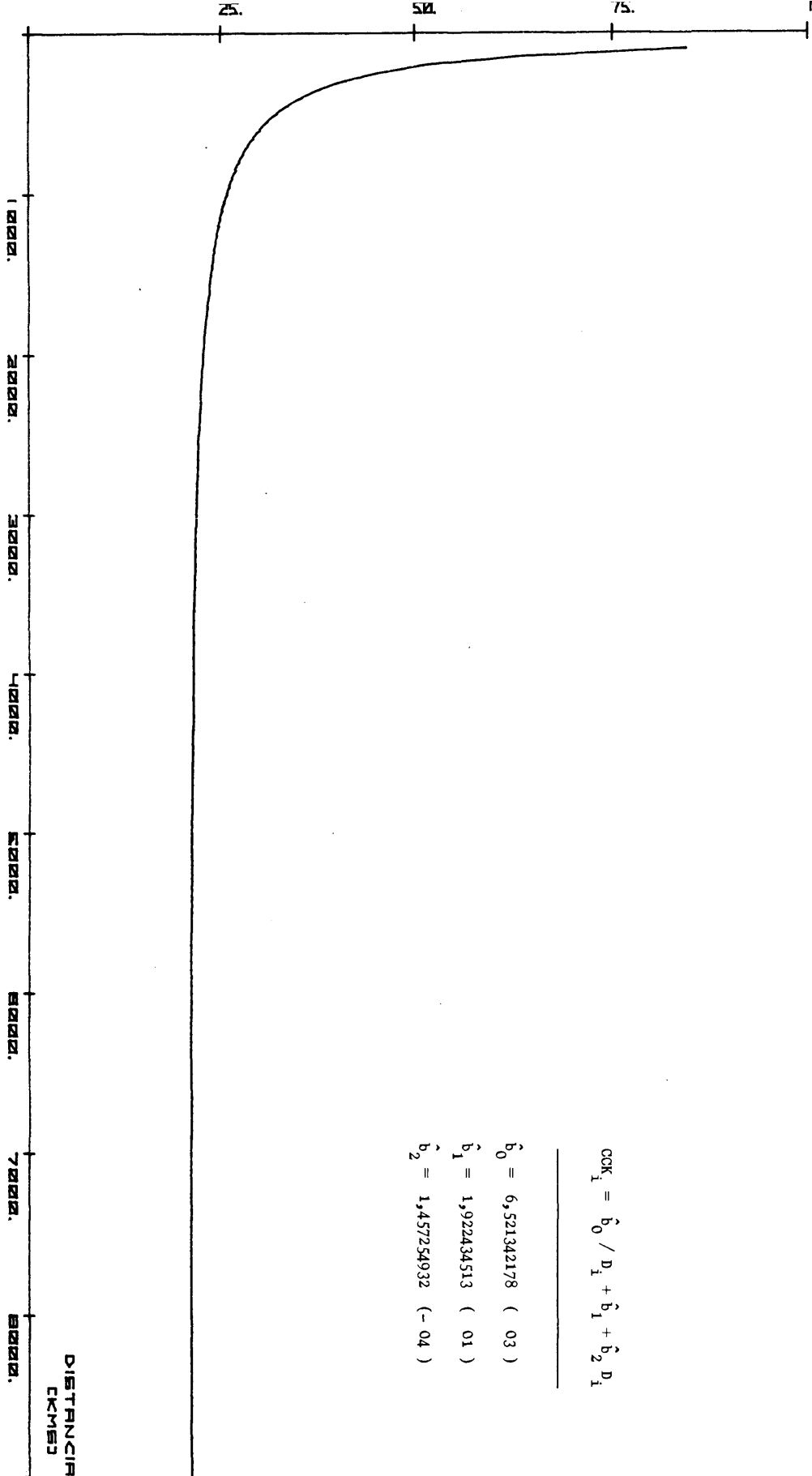
$$\hat{b}_1 = 2,686944751 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 2,038074277 \quad (-04)$$



CONSUMO  
CLIBRRES

DC-10-30  
CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE POR AVION-KM  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA



CONSUMO  
LIBRAS

D-8-63

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE POR AVION-KM  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

20

25

30

35

$$CCK_i = \hat{b}_0 / D_i + \hat{b}_1 + \hat{b}_2 D_i$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 4,643229834 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 1,647578017 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -1,133143321 \quad (-05) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS

1 000.

2 000.

3 000.

4 000.

5 000.

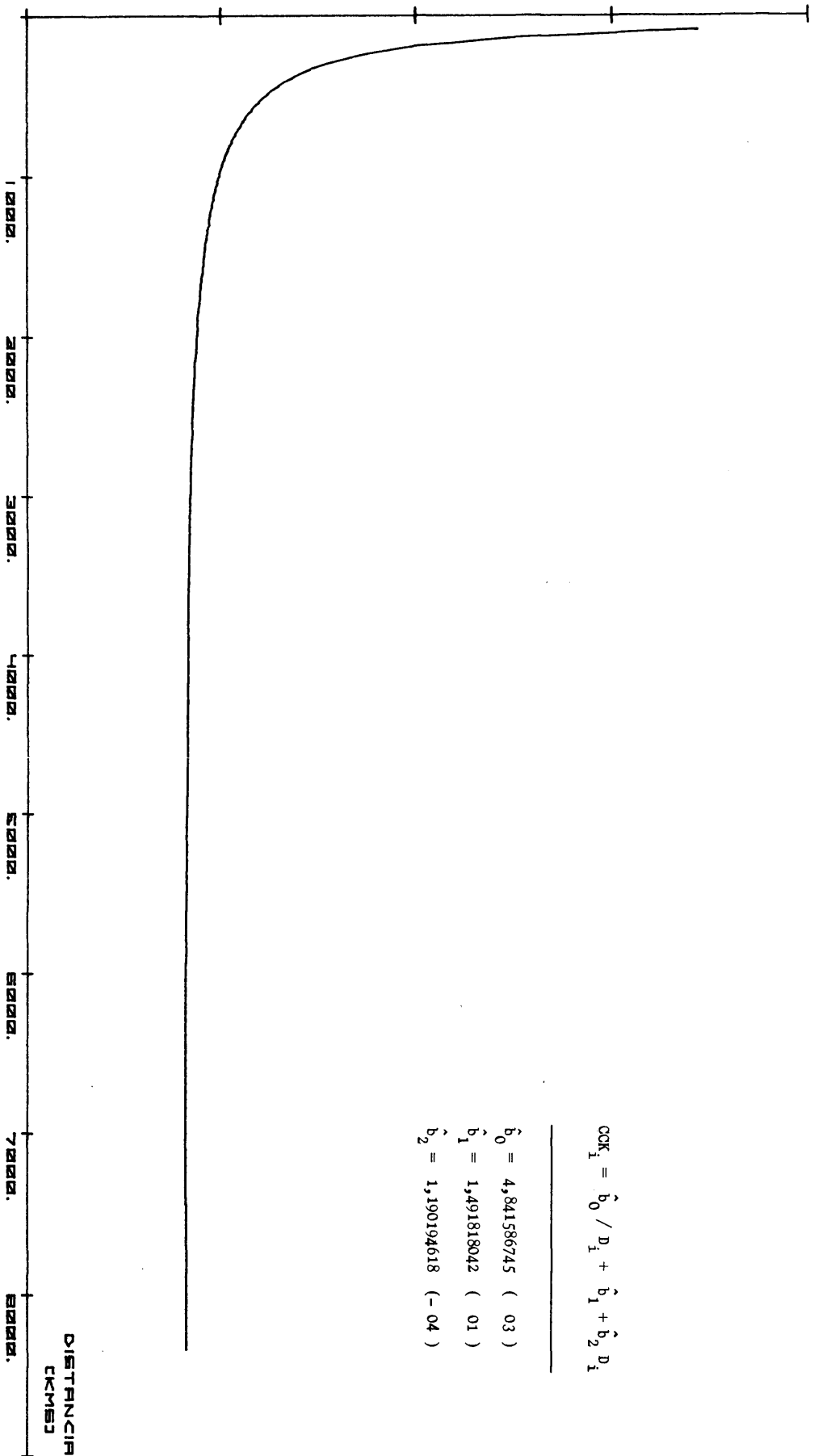
6 000.

7 000.

8 000.

CONSUMO  
CLIBRRESJ

# DC-B-50 CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE POR AVION-KM EN FUNCION DE LA DISTANCIA



$$COK_1 = \hat{b}_0 / D_1 + \hat{b}_1 + \hat{b}_2 D_1$$

$$\hat{b}_0 = 4,841586745 \quad ( \quad 03 \quad )$$

$$\hat{b}_1 = 1,491818042 \quad ( \quad 01 \quad )$$

$$\hat{b}_2 = 1,190194618 \quad ( - \quad 04 \quad )$$

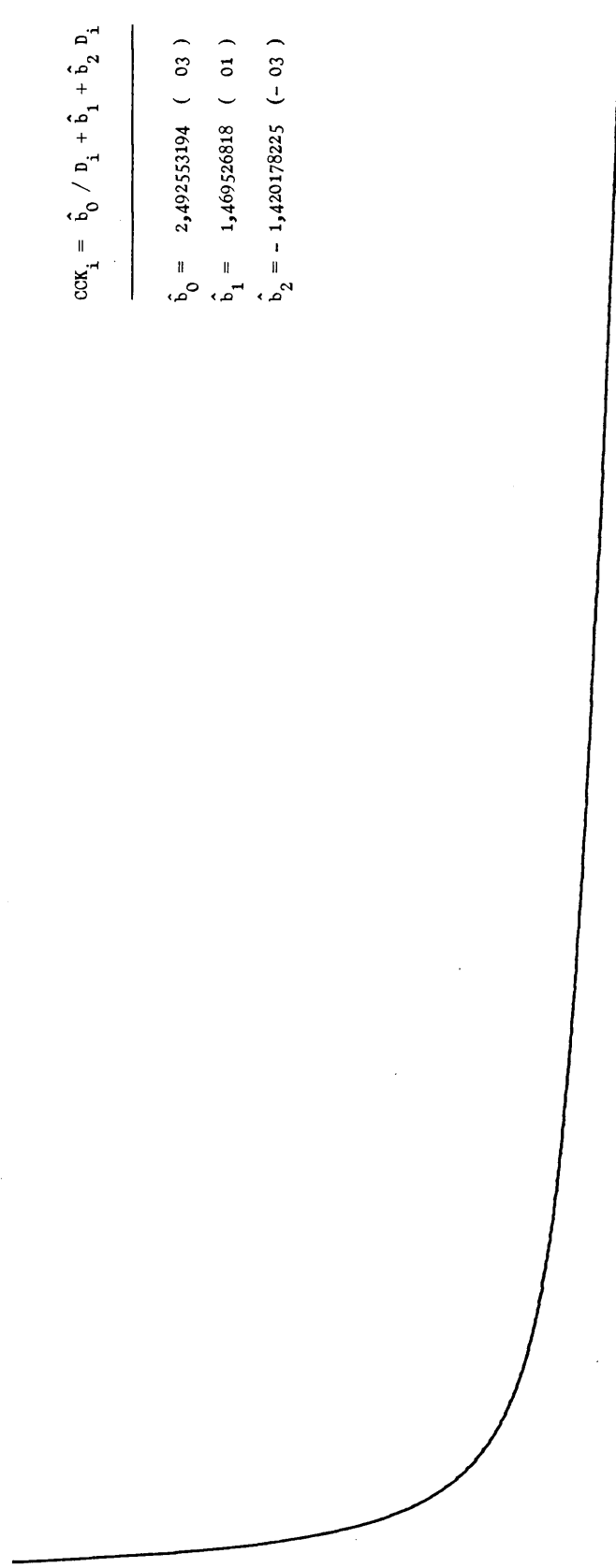
DISTANCIA  
CKMSJ

CONSUMO  
LIBRAS

BOEING-727

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE POR AVION-KM  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

20  
15  
10  
5



DISTANCIA  
KMS

500. 1000. 1500. 2000. 2500. 3000. 3500.

$$CCK_i = \hat{b}_0 / D_i + \hat{b}_1 + \hat{b}_2 D_i$$

$$\hat{b}_0 = 2,492553194 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,469526818 \quad (01)$$

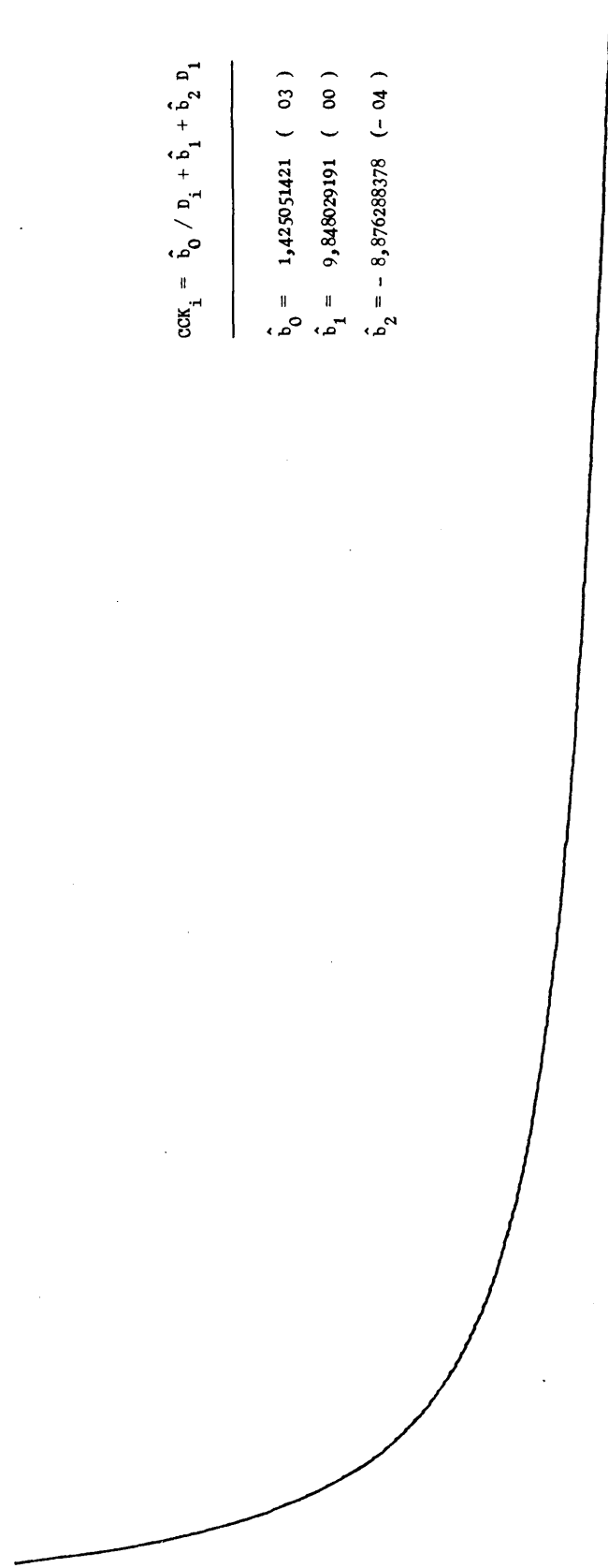
$$\hat{b}_2 = -1,420178225 \quad (-03)$$

D<-E-30

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE POR AVION-KM  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

CONSUMO  
LIBRAS

14  
13  
12  
11  
10  
9



DISTANCIA  
KMS

250. 500. 750. 1000. 1250. 1500. 1750.

$$COX_i = \hat{b}_0 / D_i + \hat{b}_1 + \hat{b}_2 D_i$$

$$\hat{b}_0 = 1,425051421 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 9,848029191 \quad (00)$$

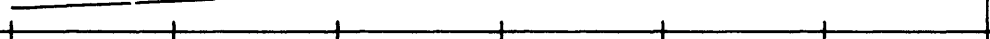
$$\hat{b}_2 = -8,876288378 \quad (-04)$$

CONSUMO  
LIBRAS

BOEING-747

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 1.000 AKO EN  
FUNCION DE LA DISTANCIA

300  
250  
200  
150  
100  
50



DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

$$CCAKO_i = 10^3 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \times A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,036937129 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 2,686944751 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 2,038074277 \quad (-04) \end{aligned}$$

GRAFICO: G-2-32

DC-10-30

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 1.000 AKO EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

CONSUMO  
LIBRAS

300

250

200

150

100

50

$$CCAKO_i = 10^3 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \times A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 6,521342178 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,922434513 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 1,457254932 \quad (-04)$$

DISTANCIA  
CKMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

CONSUMO  
LIBRAS

DC-8-B3

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 1.000 AKO EN  
FUNCION DE LA DISTANCIA

250

200

150

100

50

$$CCAKO_i = 10^3 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \times A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 4,643229834 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,647578017 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,133143321 \quad (-05)$$

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

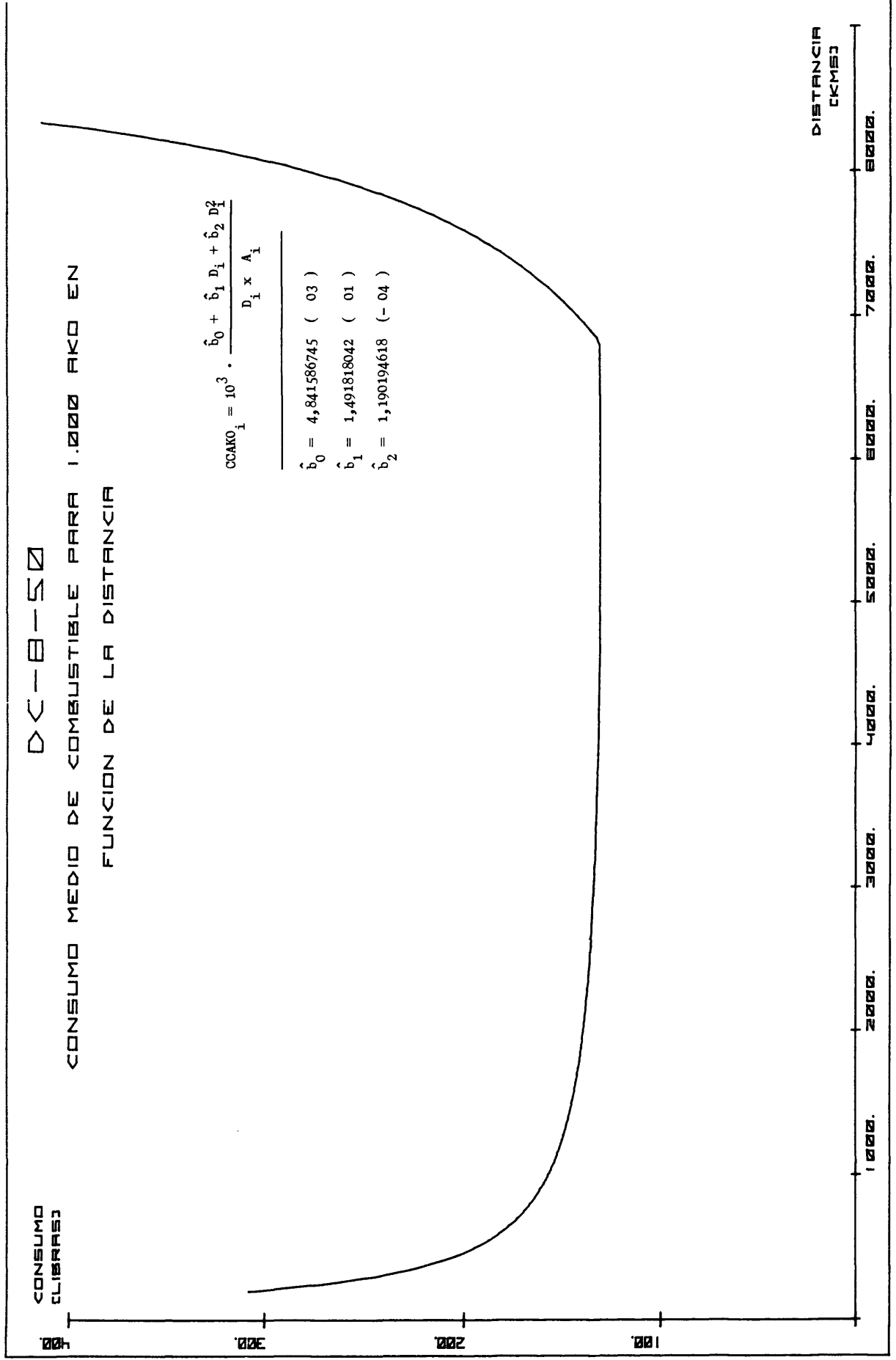
5000.

6000.

7000.

8000.



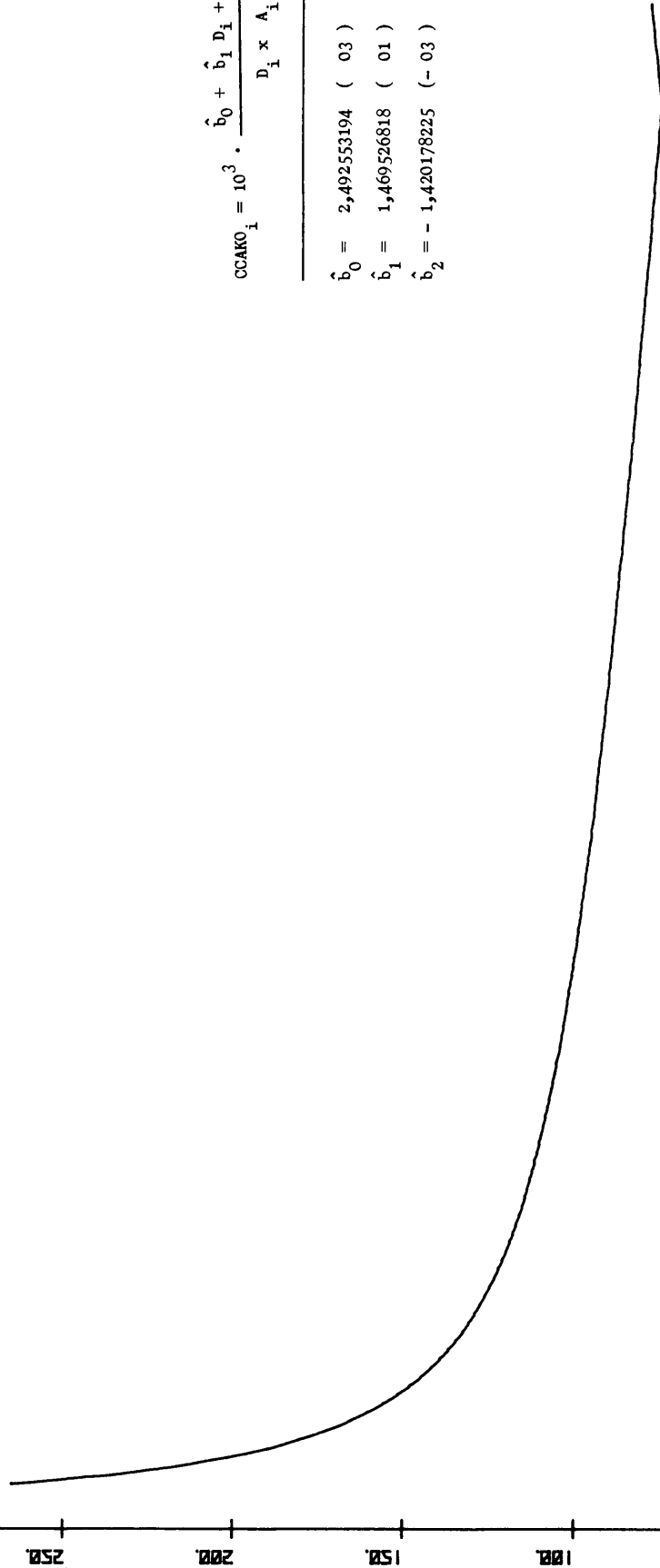


CONSUMO  
(LIBRAS)

BOEING-727

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 1.000 AKO EN

FUNCION DE LA DISTANCIA



$$CCAKO_i = 10^3 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \times A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 2,492553194 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,469526818 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,420178225 \quad (-03)$$

DISTANCIA  
(KMS)

500. 1000. 1500. 2000. 2500. 3000. 3500.

D<-9-30

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 1.000 AKO EN  
FUNCION DE LA DISTANCIA

CONSUMO  
(LIBRAS)

250

200

150

100

50

$$CCAKO_i = 10^3 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \times A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 1,425051421 \quad ( \quad 03 \quad )$$

$$\hat{b}_1 = 9,848029191 \quad ( \quad 00 \quad )$$

$$\hat{b}_2 = - 8,876288378 \quad ( - 04 \quad )$$

DISTANCIA  
(KMS)

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

CONSUMO  
CLIERASJ

BOEING-747

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.D. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCTKO_1 = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{D_1 \cdot T_1}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,036937129 \quad ( \quad 04 \quad ) \\ \hat{b}_1 &= 2,686944751 \quad ( \quad 01 \quad ) \\ \hat{b}_2 &= 2,038074277 \quad ( \quad -04 \quad ) \end{aligned}$$

150

100

50

DISTANCIA  
CKMSJ

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

CONSUMO  
CLIBRAS

DC-10-30

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.D. EN  
FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCTK0_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

|             |   |             |         |
|-------------|---|-------------|---------|
| $\hat{b}_0$ | = | 6,521342178 | ( 03 )  |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,922434513 | ( 01 )  |
| $\hat{b}_2$ | = | 1,457254932 | ( -04 ) |

150

100

50

DISTANCIA  
CKMS

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.

CONSUMO  
LIBRAS

DC-8-B3

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.O. EN  
FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COTKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 p_i + \hat{b}_2 p_i^2}{p_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 4,643229834 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,647578017 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,133143321 \quad (-05)$$

175

150

125

100

75

50

25

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

DISTANCIA  
KMS

CONSUMO  
LIBRAS

DC-8-50

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCTKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 4,841586745 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,491818042 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 1,190194618 \quad (-04)$$

250

200

150

100

50

-316-

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

CONSUMO  
LIBRAS

BOEING-727

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCTKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$D_i \cdot T_i$

$$\hat{b}_0 = 2,492553194 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,469526818 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,420178225 \quad (-03)$$

250

200

150

100

50

DISTANCIA  
(KMS)

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.



CONSUMO  
LITROS

DC-9-30

CONSUMO MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCTKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$D_i \cdot T_i$

$$\hat{b}_0 = 1,425051421 \quad ( \quad 03 \quad )$$

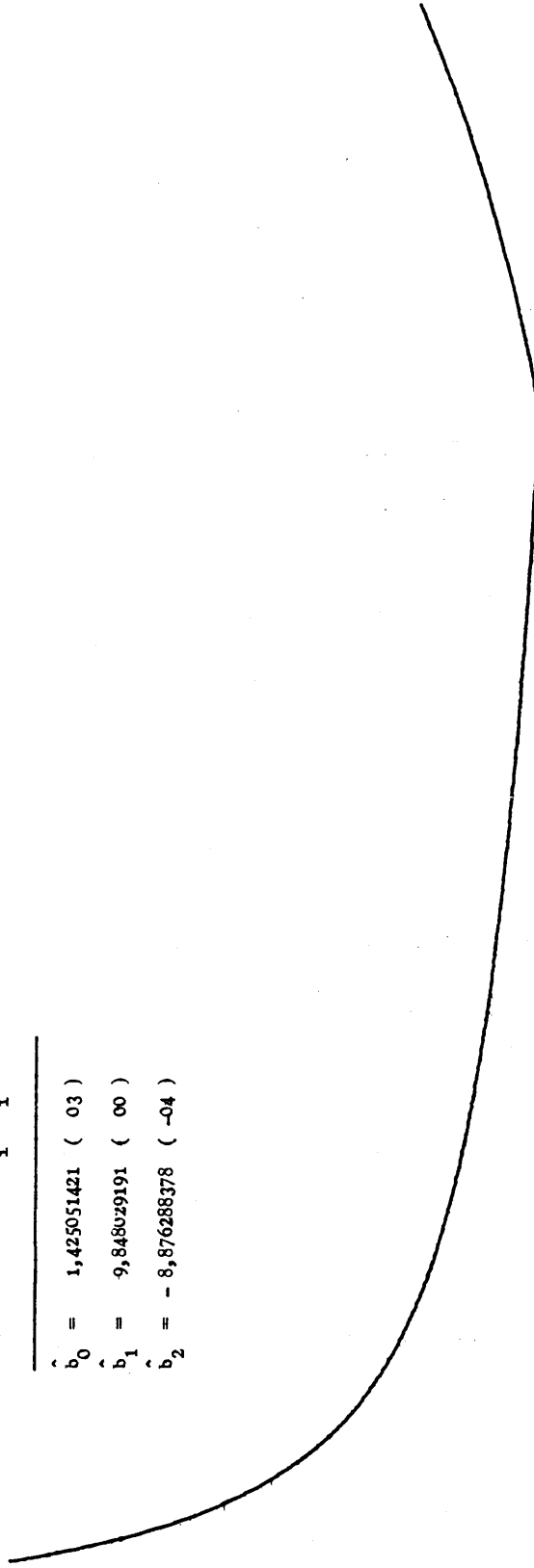
$$\hat{b}_1 = 9,848029191 \quad ( \quad 00 \quad )$$

$$\hat{b}_2 = -8,876288378 \quad ( \quad -04 \quad )$$

250 200 150 100 50

DISTANCIA  
CMES

250. 500. 750. 1000. 1250. 1500. 1750.

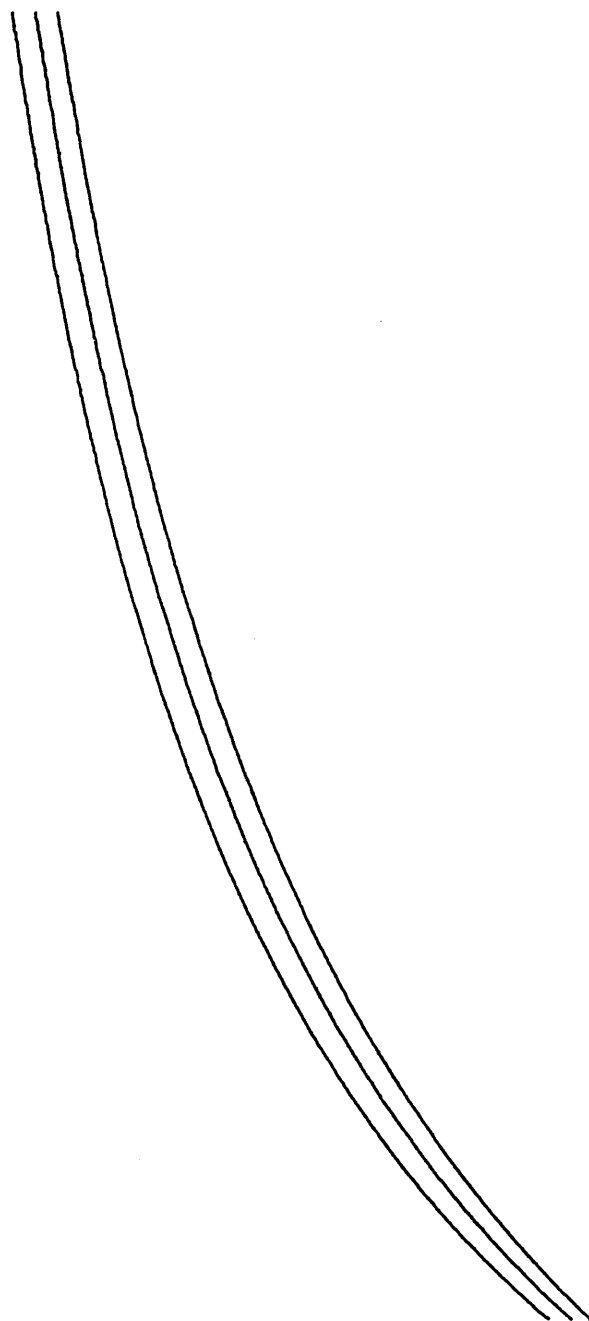


UTILIZACION  
H.BLOQUE

DC-9-30

UTILIZACION DIARIA EN FUNCION DE LA ETAPA  
CAMBAS VARIABLES EXPRESADAS EN H. BLOQUE

140  
120  
100  
80  
60  
40  
20



ETAPA EN  
H.BLOQUE

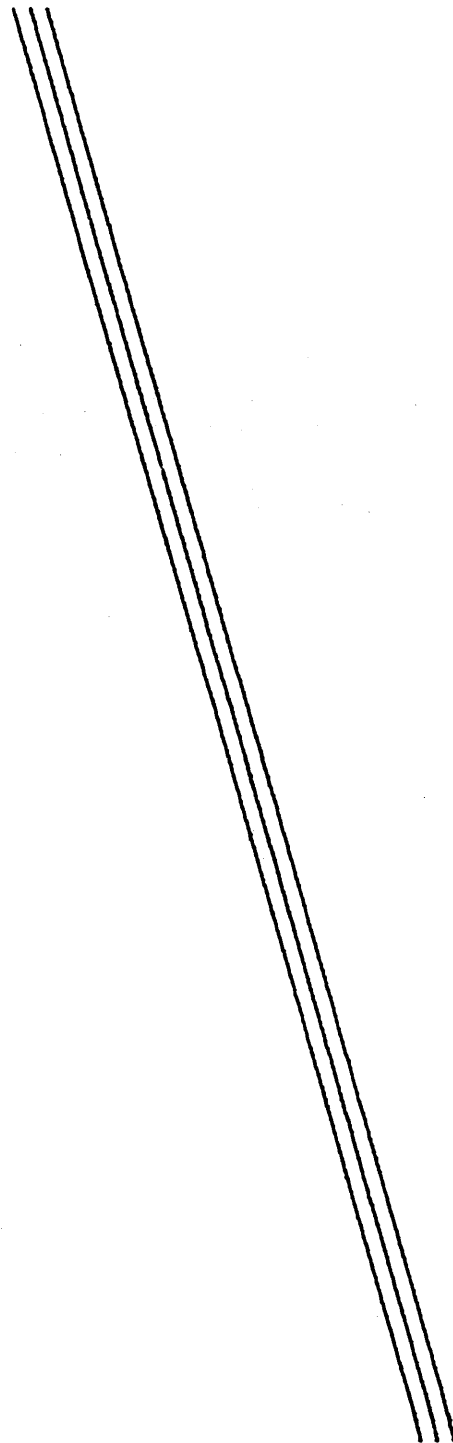
0.5 1.0 1.5 2.0 2.5

GRAFICO: C-2-44

NUMERO DE  
AVIONES

DC-8-30

NECESIDADES DE FLOTA EN FUNCION DE LA ETAPA



ETAPA EN  
H.SLOQUE

NUMERO DE  
AVIONES

BOEING-747

NECESIDADES DE FLOTA FUNCION DE LA DISTANCIA PARA 16  
HORAS DE DISPONIBILIDAD DIARIA Y 1.000 SALTOS-AÑO

$$N A D_i = 10^3 ( \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2 )$$

$$\hat{b}_0 = 4,172353407 \quad ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,026545402 \quad ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 1,861498730 \quad ( - 12 )$$

25

20

15

10

05

DISTANCIA  
CKMS

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.

NUMERO DE  
RIVONES

DC-10-30

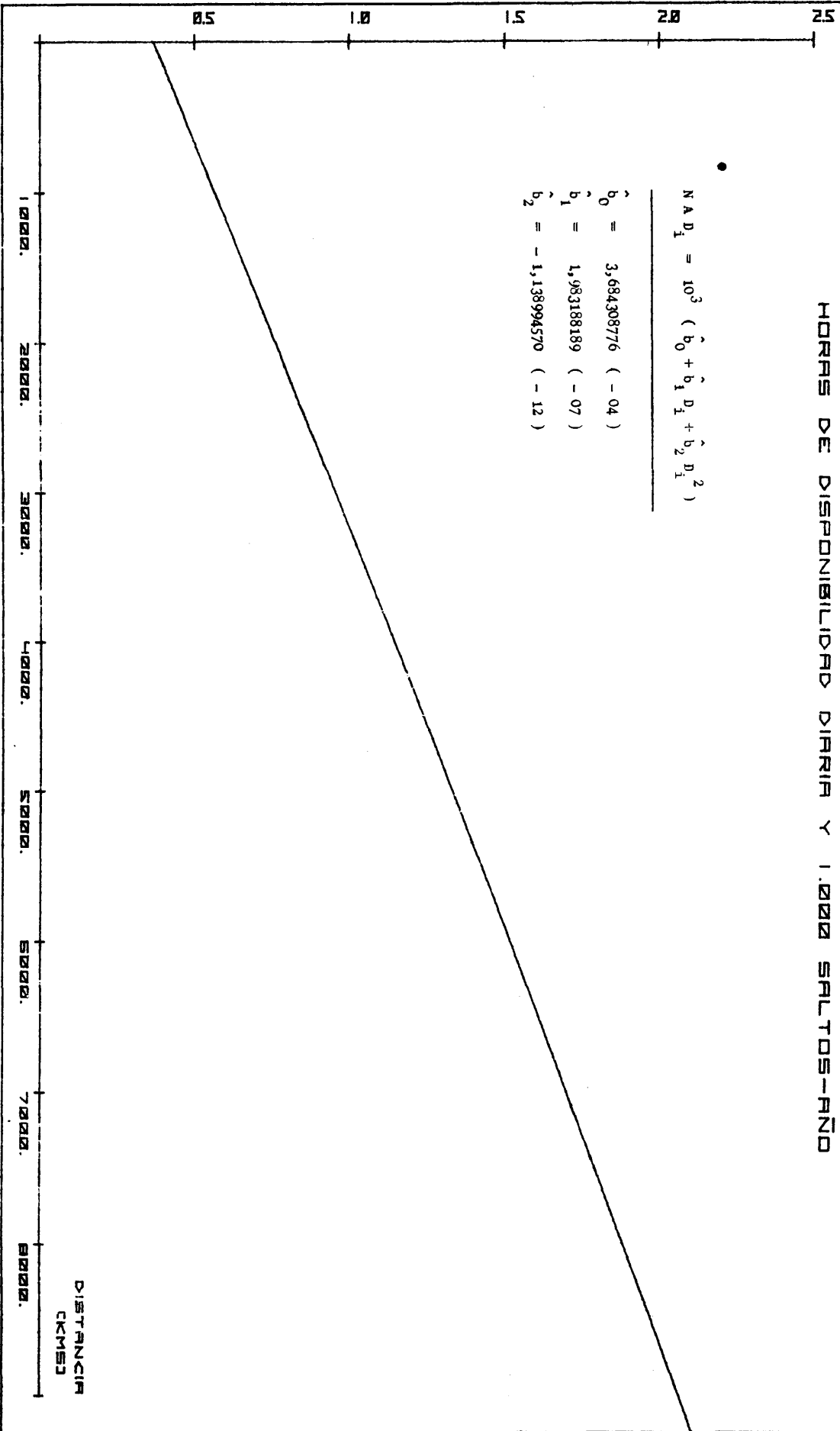
NECESIDADES DE FLOTA FUNCION DE LA DISTANCIA PARA 18.  
HORAS DE DISPONIBILIDAD DIARIA Y 1.000 SALTOS-AÑO

$$N A D_1 = 10^3 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2)$$

$$\hat{b}_0 = 3,684308776 \quad (-.04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,983188189 \quad (-.07)$$

$$\hat{b}_2 = -1,138994570 \quad (-.12)$$



NUMERO DE  
AVIONES

00-0-63

NECESIDADES DE FLOTA FUNCION DE LA DISTANCIA PARA 16  
HORAS DE DISPONIBILIDAD DIARIA Y 1.000 SALTOS-AÑO

$$N A D_i = 10^3 ( \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2 )$$

$$\hat{b}_0 = 3,33420791 ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,021651839 ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 7,65037700 ( - 13 )$$

25

20

15

10

05

DISTANCIA  
CKMS

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.

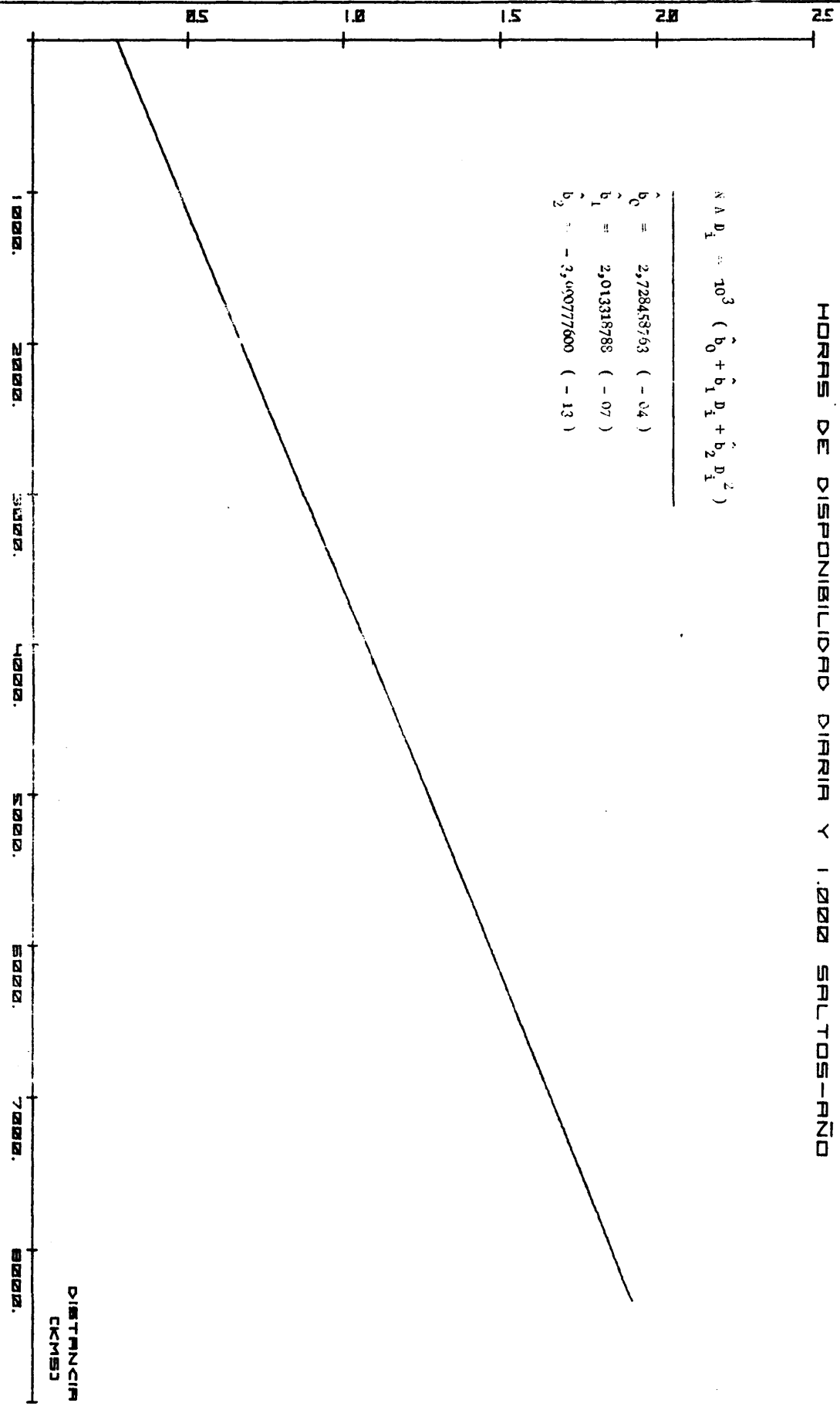
NUMERO DE  
REVIONES

DC-B-50

NECESIDADES DE FLOTA FUNCION DE LA DISTANCIA PARA 16  
HORAS DE DISPONIBILIDAD DIARIA Y 1.000 SALTOS-AÑO

$$N A D_1 = 10^3 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2)$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,728458763 \quad (-04) \\ \hat{b}_1 &= 2,013318788 \quad (-07) \\ \hat{b}_2 &= -2,490777600 \quad (-13) \end{aligned}$$



NUMERO DE  
AVIONES

BOEING-727

NECESIDADES DE FLOTA FUNCION DE LA DISTANCIA PARA 16  
HORAS DE DISPONIBILIDAD DIARIA Y 1.000 SALTOS-AÑO

$$N A D_i = 10^3 ( \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2 )$$

$$\hat{b}_0 = 2,548604380 ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,493208297 ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 2,174323124 ( - 11 )$$

1.25

1.00

0.75

0.50

0.25

500.

1 000.

1 500.

2 000.

2 500.

3 000.

3 500.

DISTANCIA  
(KMS)

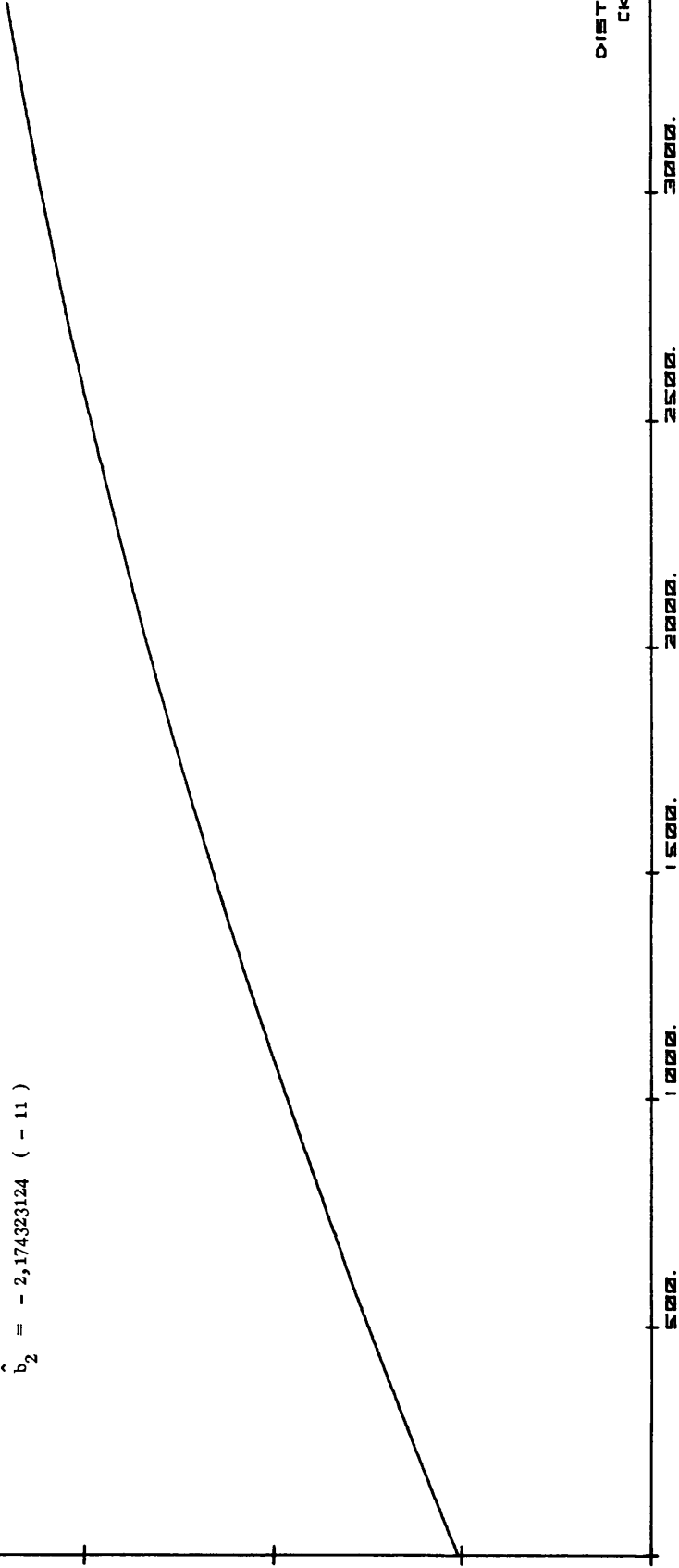




GRAFICO: G-2-50

NUMERO DE  
AVIONES

DC-9-30

NECESIDADES DE FLOTA FUNCION DE LA DISTANCIA PARA 16  
HORAS DE DISPONIBILIDAD DIARIA Y 1.000 SALTOS-AÑO

$$N A D_i = 10^3 ( \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2 )$$

$$\hat{b}_0 = 2,145879004 \quad ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,424911041 \quad ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 1,246418280 \quad ( - 11 )$$

1.25

1.00

0.75

0.50

0.25

250.

500.

750.

1.000.

1.250.

1.500.

1.750.

DISTANCIA  
[KMS]

NUMERO DE  
AVIONES

BOEING-747

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>6</sup> KMS EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.D.D.J

$$N A K_1 = 10^6 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 4,172353407 \quad ( - 04 ) \\ \hat{b}_1 &= 2,026545402 \quad ( - 07 ) \\ \hat{b}_2 &= - 1,861498730 \quad ( - 12 ) \end{aligned}$$

1.75

1.50

1.25

1.00

0.75

0.50

0.25

DISTANCIA  
[KMS]

1 000.

2 000.

3 000.

4 000.

5 000.

6 000.

7 000.

8 000.

NUMERO DE  
AVIONES

DC-10-30

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>6</sup> KMS EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.D.D.J

$$N A K_i = 10^6 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i}$$

- |             |   |               |          |
|-------------|---|---------------|----------|
| $\hat{b}_0$ | = | 3,684308776   | ( - 04 ) |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,983188189   | ( - 07 ) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 1,138994570 | ( - 12 ) |

1.50

1.25

1.00

0.75

0.50

0.25

DISTANCIA  
[KMS]

1 000.

2 000.

3 000.

4 000.

5 000.

6 000.

7 000.

8 000.

NUMERO DE  
AVIONES

DC-8-63

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>6</sup> KMS EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.D.D.

$$N A K_i = 10^6 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i}$$

$$\hat{b}_0 = 3,33420791 \quad ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,021651839 \quad ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 7,650377700 \quad ( - 13 )$$

1  
0.75  
0.50  
0.25

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

GRAFICO: 0-2-54

NUMERO DE  
AVIONES

0-2-54

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>6</sup> KMS EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.D.D.J

$$N A K_1 = 10^6 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{D_1}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,728453763 \quad ( - 04 ) \\ \hat{b}_1 &= 2,013318788 \quad ( - 07 ) \\ \hat{b}_2 &= - 3,990777600 \quad ( - 13 ) \end{aligned}$$

1.00  
0.75  
0.50  
0.25

DISTANCIA  
(KMS)

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

NUMERO DE  
AVIONES

BOEING-727

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>6</sup> KMS EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.D.D.3

$$NA K_i = 10^6 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,548604380 \quad ( - 04 ) \\ \hat{b}_1 &= 2,493208297 \quad ( - 07 ) \\ \hat{b}_2 &= - 2,174323124 \quad ( - 11 ) \end{aligned}$$

1.50

1.25

1.00

0.75

0.50

0.25

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

DISTANCIA  
CKMS3

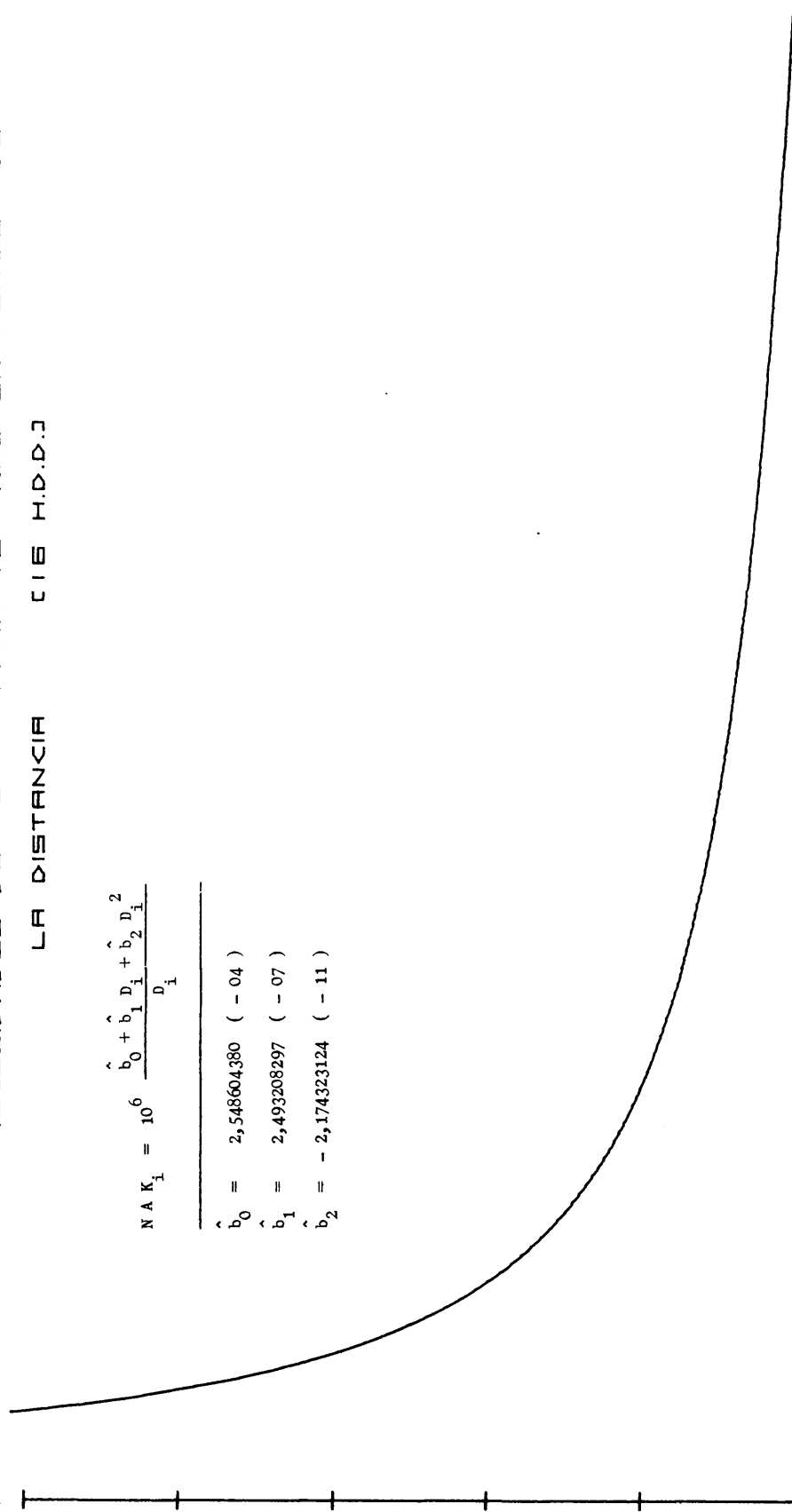


GRAFICO: 3-2-56

NUMERO DE  
AVIONES

00-9-30

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>6</sup> KMS EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA C16 H.D.D.J

$$NAK = 10^0 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i}$$

$$\hat{b}_0 = 2,145879004 \quad ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,424911041 \quad ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 1,240418280 \quad ( - 11 )$$

200

150

100

050

DISTANCIA  
(KMS)

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

NUMERO DE  
AVIONES

BOEING-747

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>9</sup> AKO EN FUNCION DE

LA DISTANCIA C16 H.D.D.3

4  
3  
2  
1

$$N A A K O_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$\hat{b}_0 = 4,172353407 \quad ( - 04 )$   
 $\hat{b}_1 = 2,026545402 \quad ( - 07 )$   
 $\hat{b}_2 = - 1,861498730 \quad ( - 12 )$

DISTANCIA  
(KMS)

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

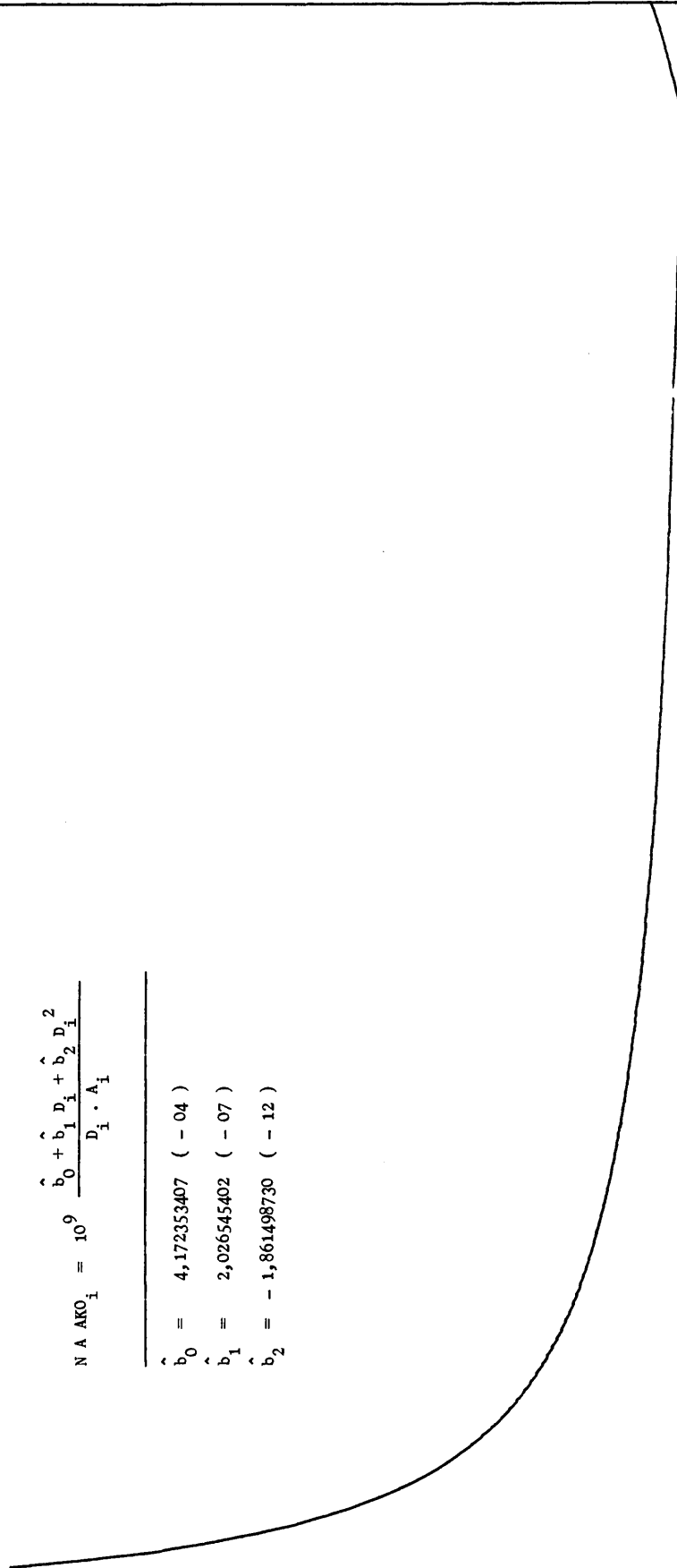




GRAFICO: G-2-58

NUMERO DE  
AVIONES

DC-10-30

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>8</sup> AKO EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.O.D.J

$$N A AKO_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 3,684308776 \quad (-04) \\ \hat{b}_1 &= 1,983188189 \quad (-07) \\ \hat{b}_2 &= -1,138994570 \quad (-12) \end{aligned}$$

7  
6  
5  
4  
3  
2  
1

DISTANCIA  
[KMS]

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

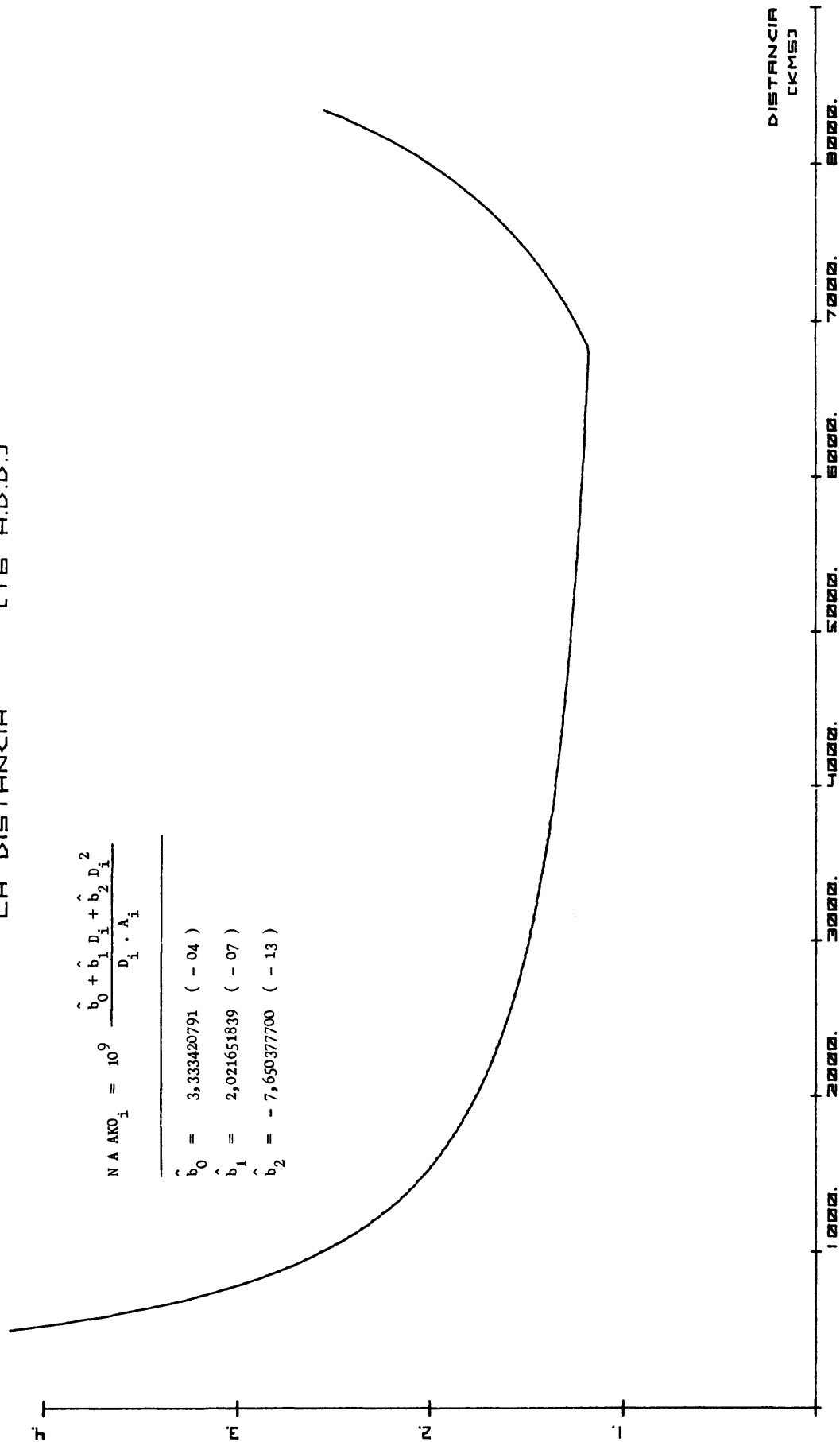
NUMERO DE  
AVIONES

DC-8-63

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>3</sup> AKO EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA C16 H.D.D.3

$$N A AKO_1 = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

- |             |   |               |          |
|-------------|---|---------------|----------|
| $\hat{b}_0$ | = | 3,333420791   | ( - 04 ) |
| $\hat{b}_1$ | = | 2,021651839   | ( - 07 ) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 7,650377700 | ( - 13 ) |



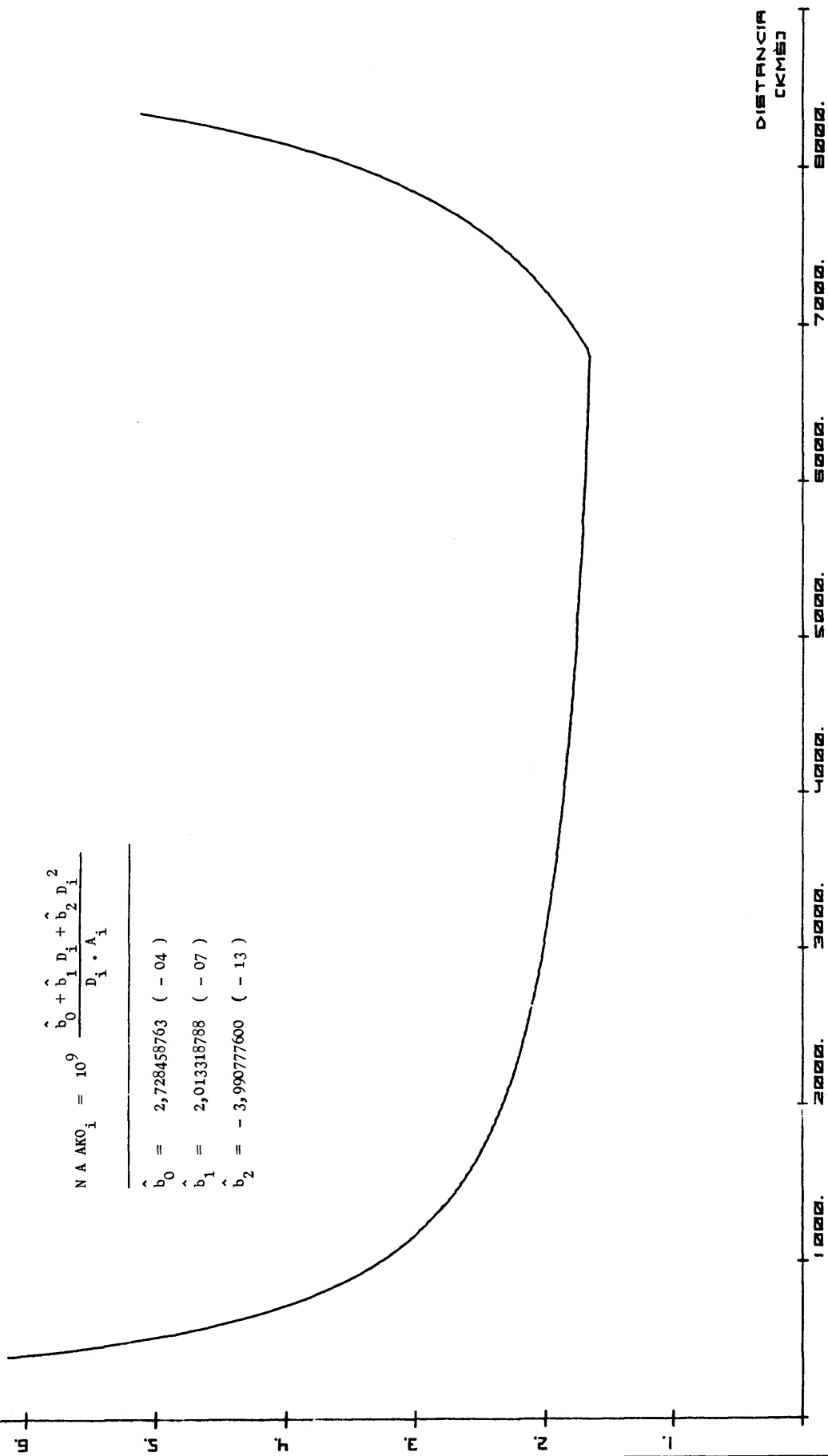
NUMERO DE  
AVIONES

DC-8-50

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>8</sup> AKO EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIE H.D.D.

$$N A AKO_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 2,728458763 \quad ( - 04 )$   
 $\hat{b}_1 = 2,013318788 \quad ( - 07 )$   
 $\hat{b}_2 = - 3,990777600 \quad ( - 13 )$



DISTANCIA  
CKMÉS

NUMERO DE  
AVIONES

BOEING-727

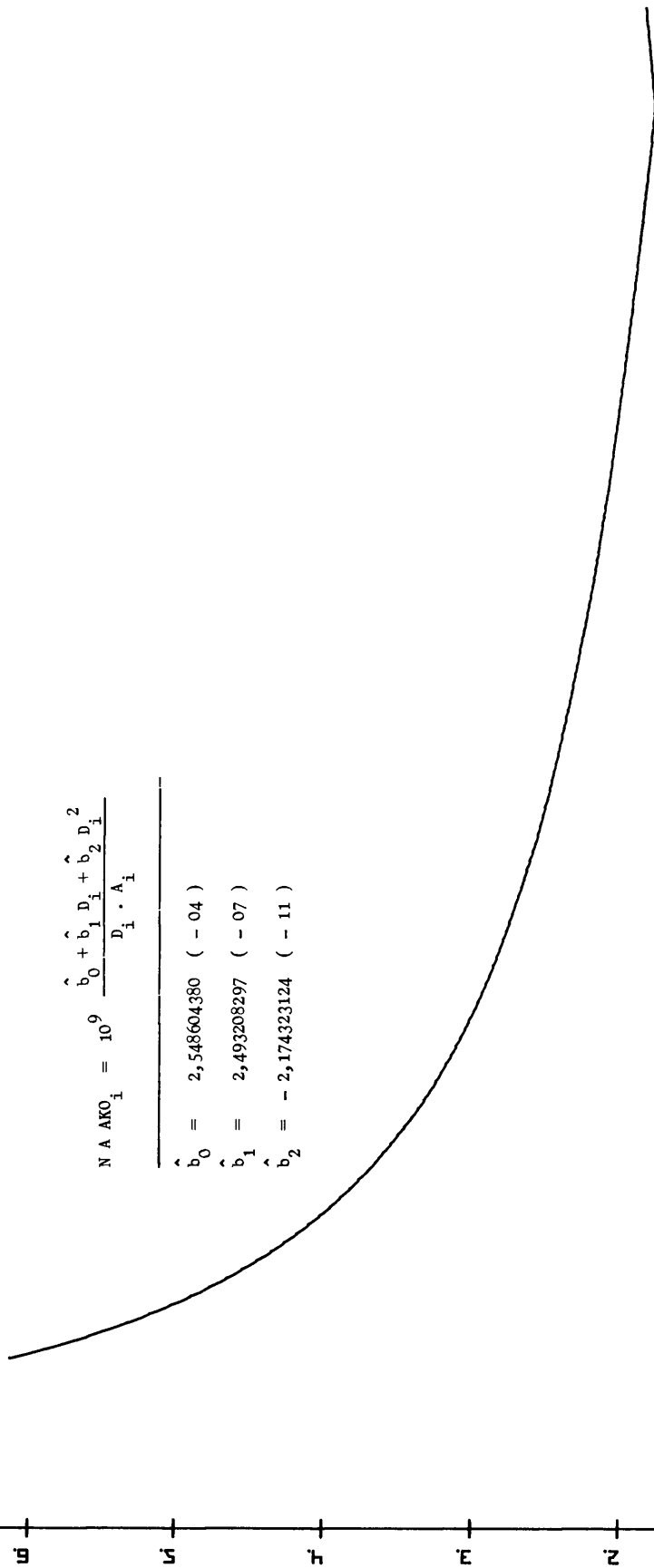
NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>8</sup> AKO EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.D.D.J

$$N A A K O_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 2,548604380 \quad ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,493208297 \quad ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 2,174323124 \quad ( - 11 )$$



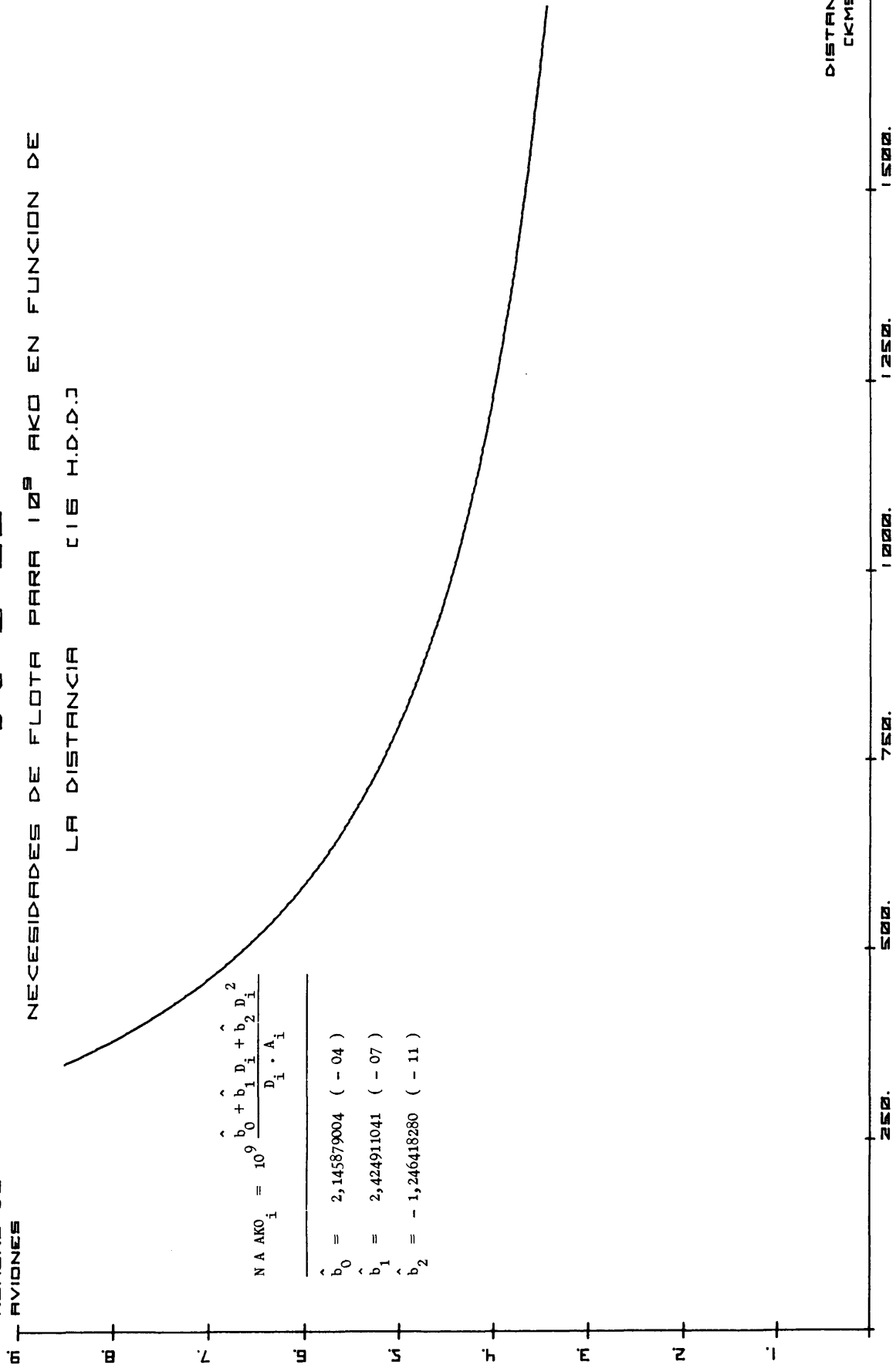
DISTANCIA  
(KMS)

500. 1000. 1500. 2000. 2500. 3000. 3500.

DC-9-30  
 NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>3</sup> AKO EN FUNCION DE  
 LA DISTANCIA C16 H.D.D.3

$$N A AKO_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 2,145879004 \quad ( - 04 )$
- $\hat{b}_1 = 2,424911041 \quad ( - 07 )$
- $\hat{b}_2 = - 1,246418280 \quad ( - 11 )$



NUMERO DE  
AVIONES

BOEING-747

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>8</sup> TKO EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA C16 H.D.D.]

16

12

8

4

$$N A TKO_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 4,172353407 \quad ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,026545402 \quad ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 1,861498730 \quad ( - 12 )$$

DISTANCIA  
CKMS]

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

NUMERO DE  
AVIONES

DC-10-30

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>9</sup> TKO EN FUNCION DE

LA DISTANCIA C16 H.D.D.3

$$N A TKO_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

- $\hat{b}_0 = 3,684308776 \quad ( - 04 )$   
 $\hat{b}_1 = 1,983188189 \quad ( - 07 )$   
 $\hat{b}_2 = - 1,138994570 \quad ( - 12 )$

24

20

16

12

8

4

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

NUMERO DE  
AVIONES

DC-8-53

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>9</sup> TKO EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.O.D.J

$$N A T K O_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 3,333420791 \quad ( - 04 )$$

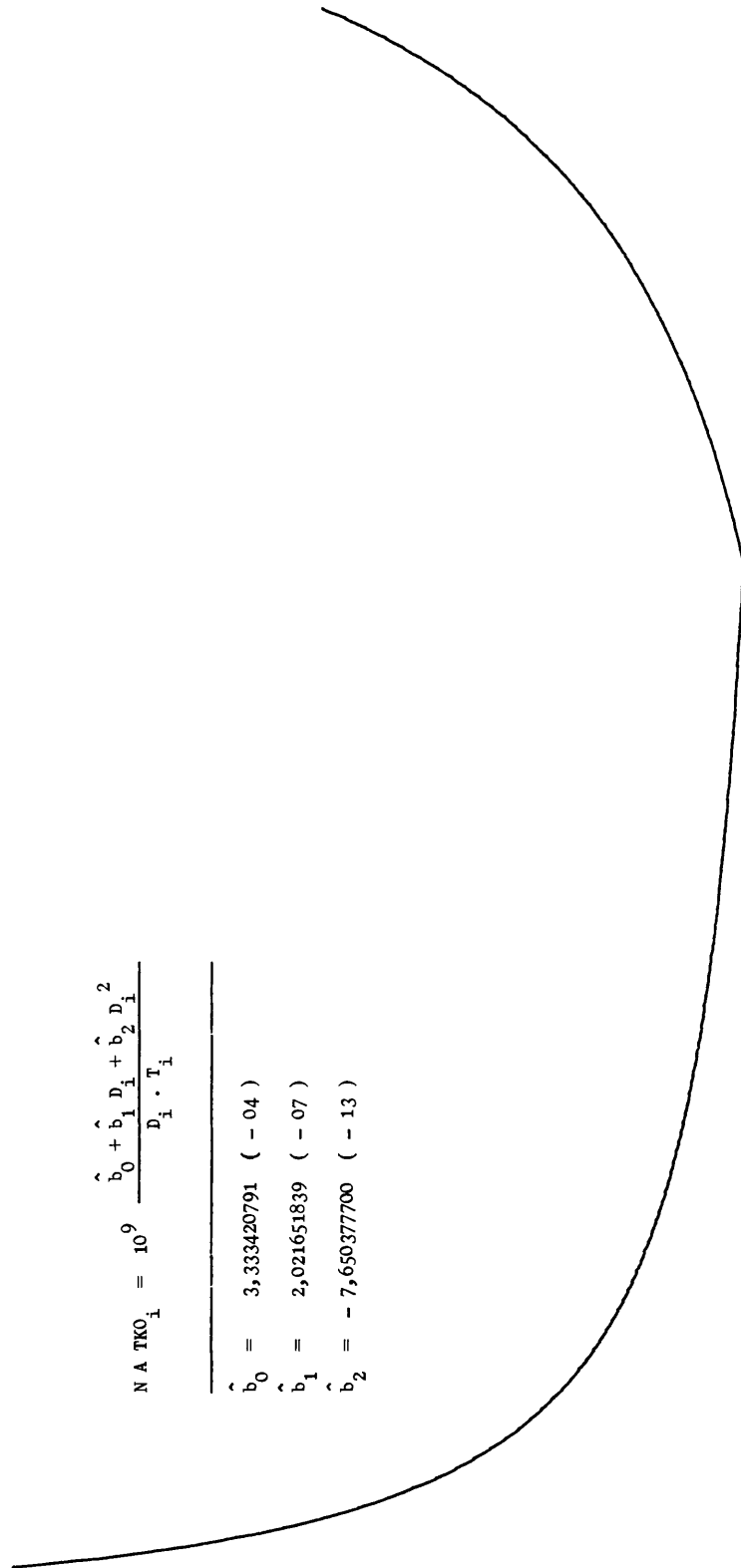
$$\hat{b}_1 = 2,021651839 \quad ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = - 7,650377700 \quad ( - 13 )$$

DISTANCIA  
[KMS]

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

5 10 15 20 25 30 35 40 45



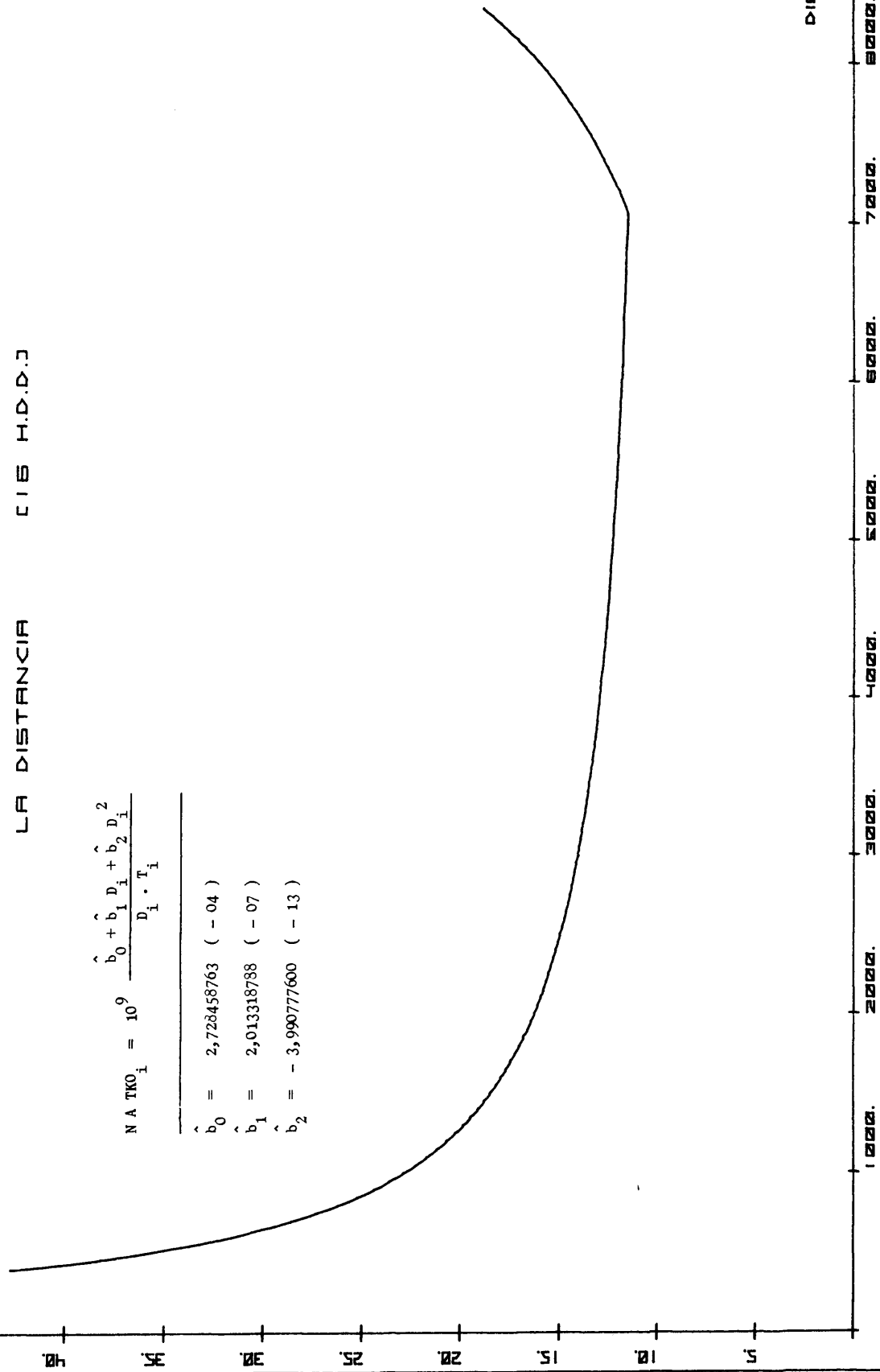


NUMERO DE  
AVIONES

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>9</sup> TKO EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.D.D.]

$$N A TKO_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,723458763 \quad ( - 04 ) \\ \hat{b}_1 &= 2,013318788 \quad ( - 07 ) \\ \hat{b}_2 &= - 3,990777600 \quad ( - 13 ) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMS

NUMERO DE  
AVIONES

BOEING-727

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>8</sup> TKO EN FUNCION DE  
LA DISTANCIA CIB H.D.D.]

$$N A TKO_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$


---

$\hat{b}_0 = 2,548604380 \quad ( - 04 )$   
 $\hat{b}_1 = 2,493208297 \quad ( - 07 )$   
 $\hat{b}_2 = -2,174323124 \quad ( - 11 )$

90

80

70

60

50

40

30

20

10

DISTANCIA  
CKMEJ

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

NUMERO DE  
AVIONES

DC-9-30

NECESIDADES DE FLOTA PARA 10<sup>3</sup> TKO EN FUNCION DE

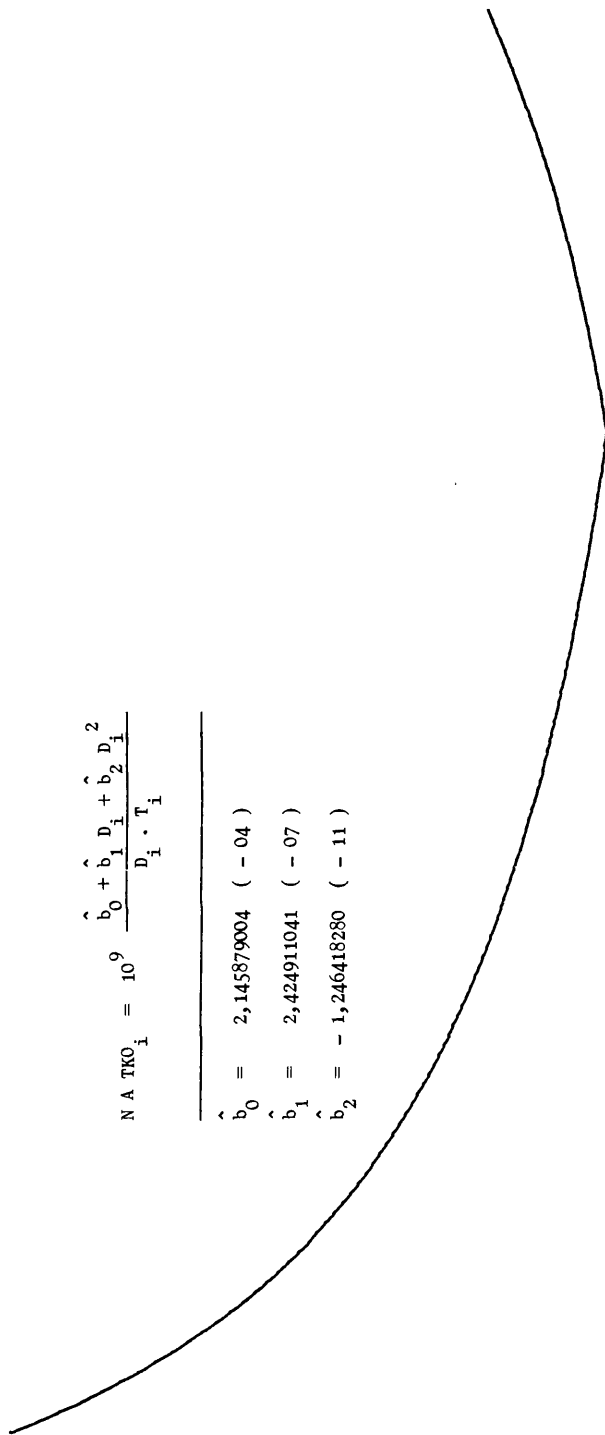
LA DISTANCIA CIB H.D.D.]

$$N A TKO_i = 10^9 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 2,145879004 \quad ( - 04 )$$

$$\hat{b}_1 = 2,424911041 \quad ( - 07 )$$

$$\hat{b}_2 = -1,246418280 \quad ( - 11 )$$



DISTANCIA  
KMS

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

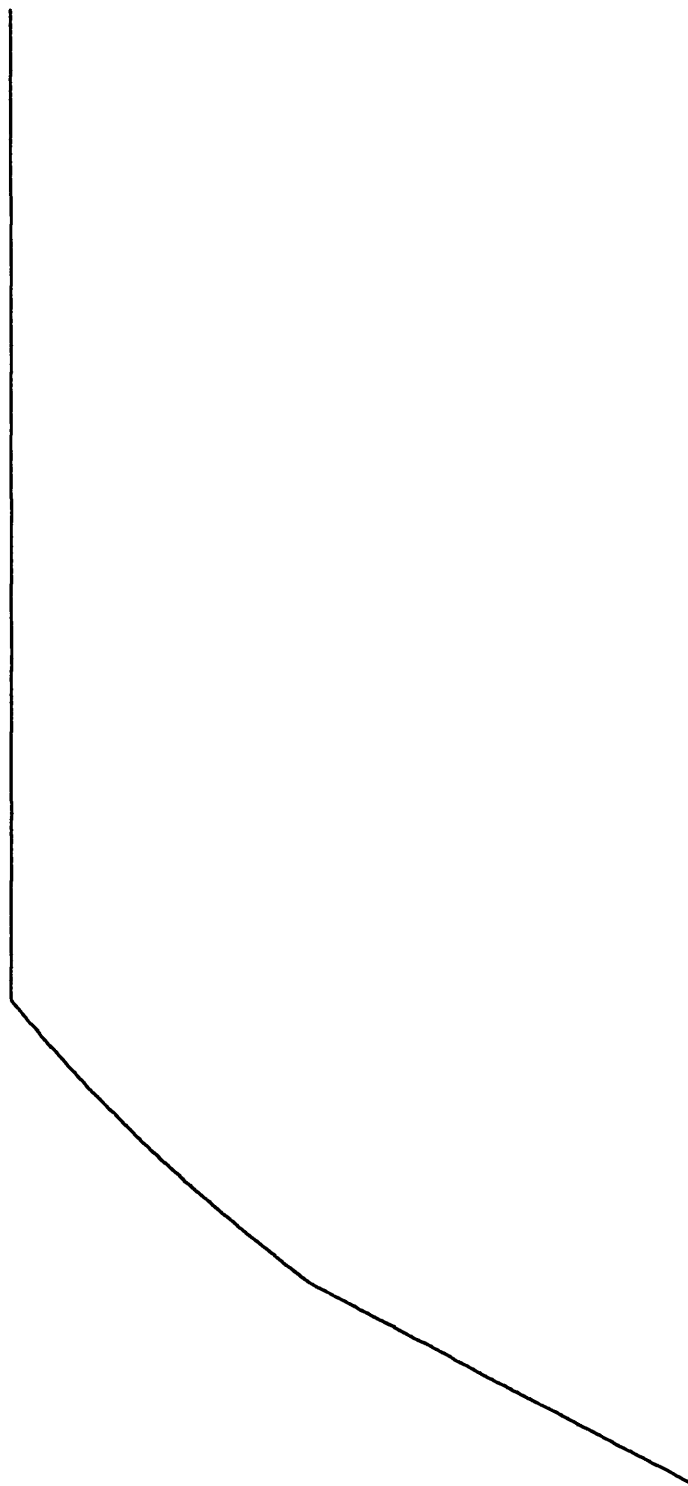
1750.

HORAS DE  
VUELO

DC-9-30

HORAS DE VUELO POR TRIPULACION Y MES EN FUNCION DE  
LA ETAPA EN TIEMPO DE VUELO

100  
80  
60  
40  
20



ETAPA EN  
TIEMPO DE VUELO

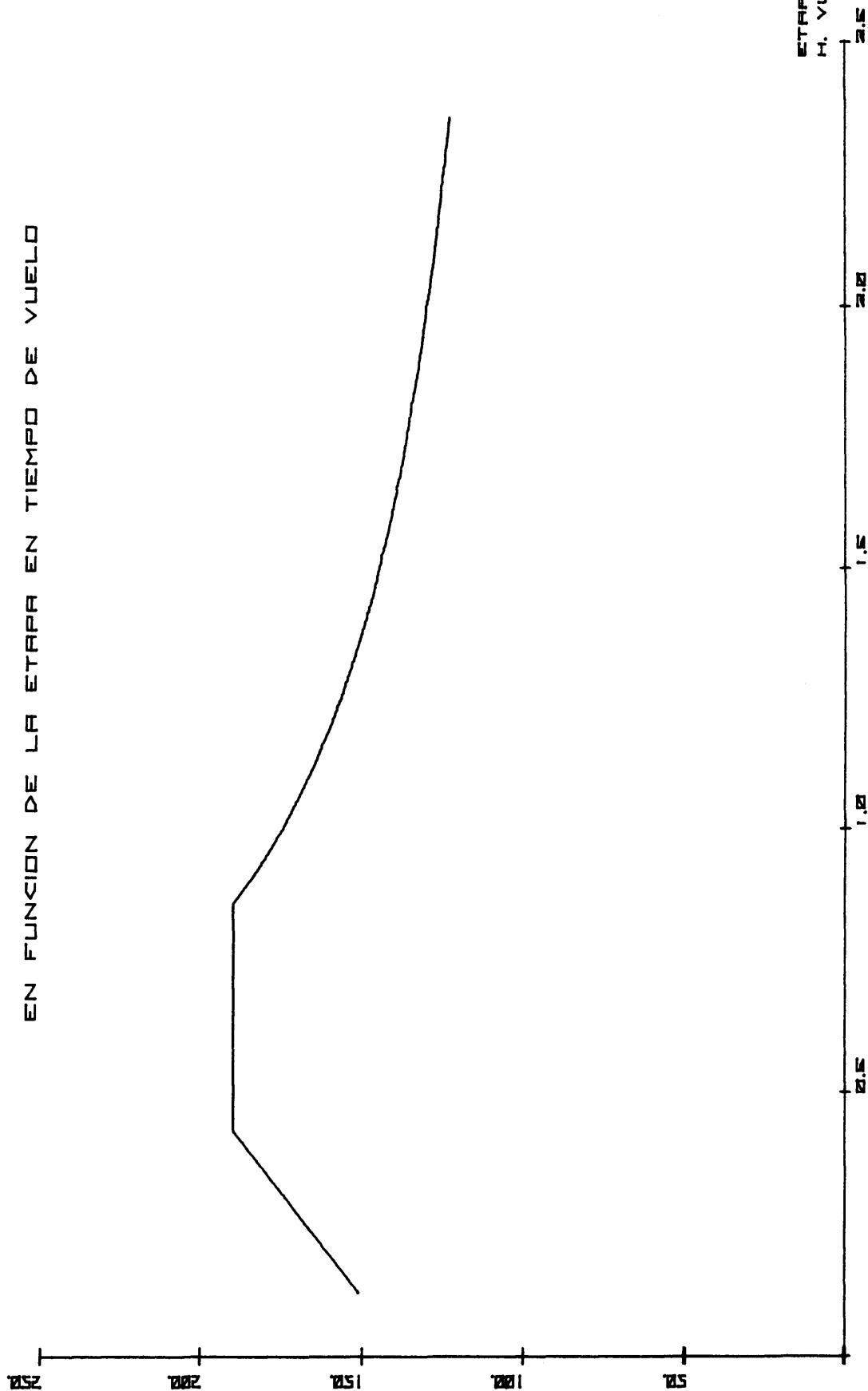
0.5  
1.0  
1.5  
2.0  
2.5

GRAFICO: G-2-70

H. ACTIVIDAD  
LABORAL

D<-9-30

HORAS DE ACTIVIDAD LABORAL POR TRIPULACION Y MES  
EN FUNCION DE LA ETAPA EN TIEMPO DE VUELO



TRIPULACIONES

80EING-747

TRIPULACIONES NECESARIAS EN FUNCION DE LA

DISTANCIA C100 SALTOS

$$N T D_i = 10^2 ( \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2 )$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA B

NO TIENE

ZONA C

$\hat{b}_0 = 1,186348659 \quad ( - 02 )$   
 $\hat{b}_1 = 5,882907373 \quad ( - 06 )$   
 $\hat{b}_2 = - 5,403791069 \quad ( - 11 )$

ZONA D

$\hat{b}_0 = 2,647997749 \quad ( - 03 )$   
 $\hat{b}_1 = 1,446503107 \quad ( - 05 )$   
 $\hat{b}_2 = - 1,328696863 \quad ( - 10 )$

DISTANCIA  
CKMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

GRAFICO: G-2-72

TRIPULACIONES NECESARIAS EN FUNCION DE LA  
DISTANCIA (1000 SALTOS)

00-10-30

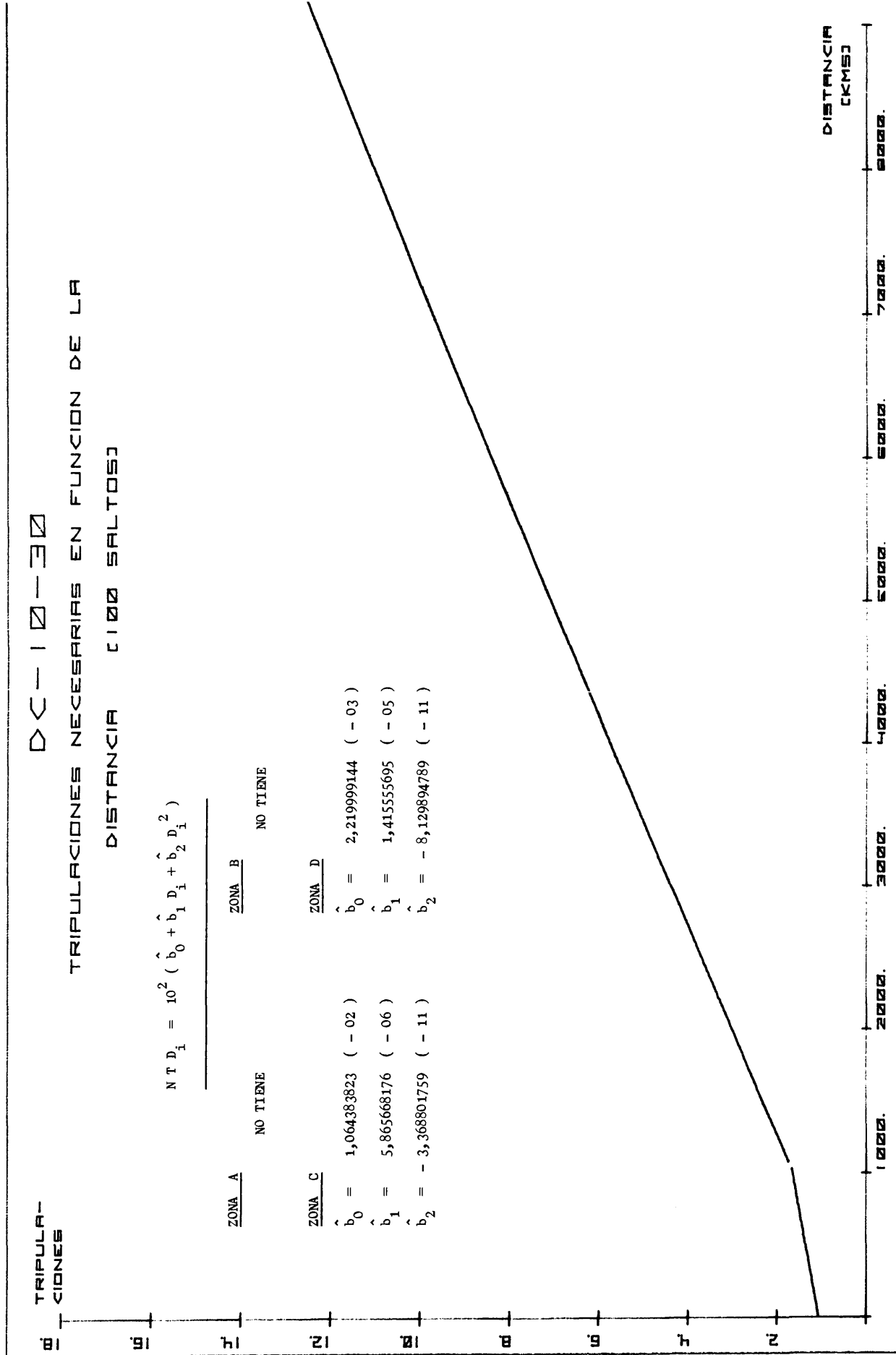
$$NTD_i = 10^2 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2)$$

ZONA A ZONA B

NO TIENE NO TIENE

ZONA C ZONA D

$\hat{b}_0 = 1,064383823 (-02)$   
 $\hat{b}_1 = 5,865668176 (-06)$   
 $\hat{b}_2 = -3,368801759 (-11)$   
 $\hat{b}_0 = 2,219999144 (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 1,415555695 (-05)$   
 $\hat{b}_2 = -8,129894789 (-11)$



DISTANCIA  
(KMS)

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

TRIPULACIONES

DC-8-63

TRIPULACIONES NECESARIAS EN FUNCION DE LA

DISTANCIA [100 SALTOS]

$$H T D_1 = 10^2 ( \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2 )$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA B

NO TIENE

ZONA C

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 9,790749638 \quad ( - 03 ) \\ \hat{b}_1 &= 6,094420795 \quad ( - 06 ) \\ \hat{b}_2 &= - 2,306262008 \quad ( - 11 ) \end{aligned}$$

ZONA D

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,770994991 \quad ( - 03 ) \\ \hat{b}_1 &= 1,443010135 \quad ( - 05 ) \\ \hat{b}_2 &= - 5,460665687 \quad ( - 11 ) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
[KMS]





TRIPULACIONES

00-0-50

TRIPULACIONES NECESARIAS EN FUNCION DE LA

DISTANCIA 1000 SALTOS

$$H T D_1 = 10^2 ( \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2 )$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA C

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 8,181011295 \quad ( - 03 ) \\ \hat{b}_1 &= 6,232298691 \quad ( - 06 ) \\ \hat{b}_2 &= -1,235356282 \quad ( - 11 ) \end{aligned}$$

ZONA B

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 8,190932153 \quad ( - 03 ) \\ \hat{b}_1 &= 6,188305995 \quad ( - 06 ) \\ \hat{b}_2 &= -1,226636120 \quad ( - 11 ) \end{aligned}$$

ZONA D

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,608466254 \quad ( - 03 ) \\ \hat{b}_1 &= 1,437062170 \quad ( - 05 ) \\ \hat{b}_2 &= -2,848521656 \quad ( - 11 ) \end{aligned}$$

18

16

14

12

10

8

6

4

2

DISTANCIA  
KMS

10000.

20000.

30000.

40000.

50000.

60000.

70000.

80000.

TRIPULACIONES

BOEING-727

TRIPULACIONES NECESARIAS EN FUNCION DE LA

DISTANCIA C100 SALTO53

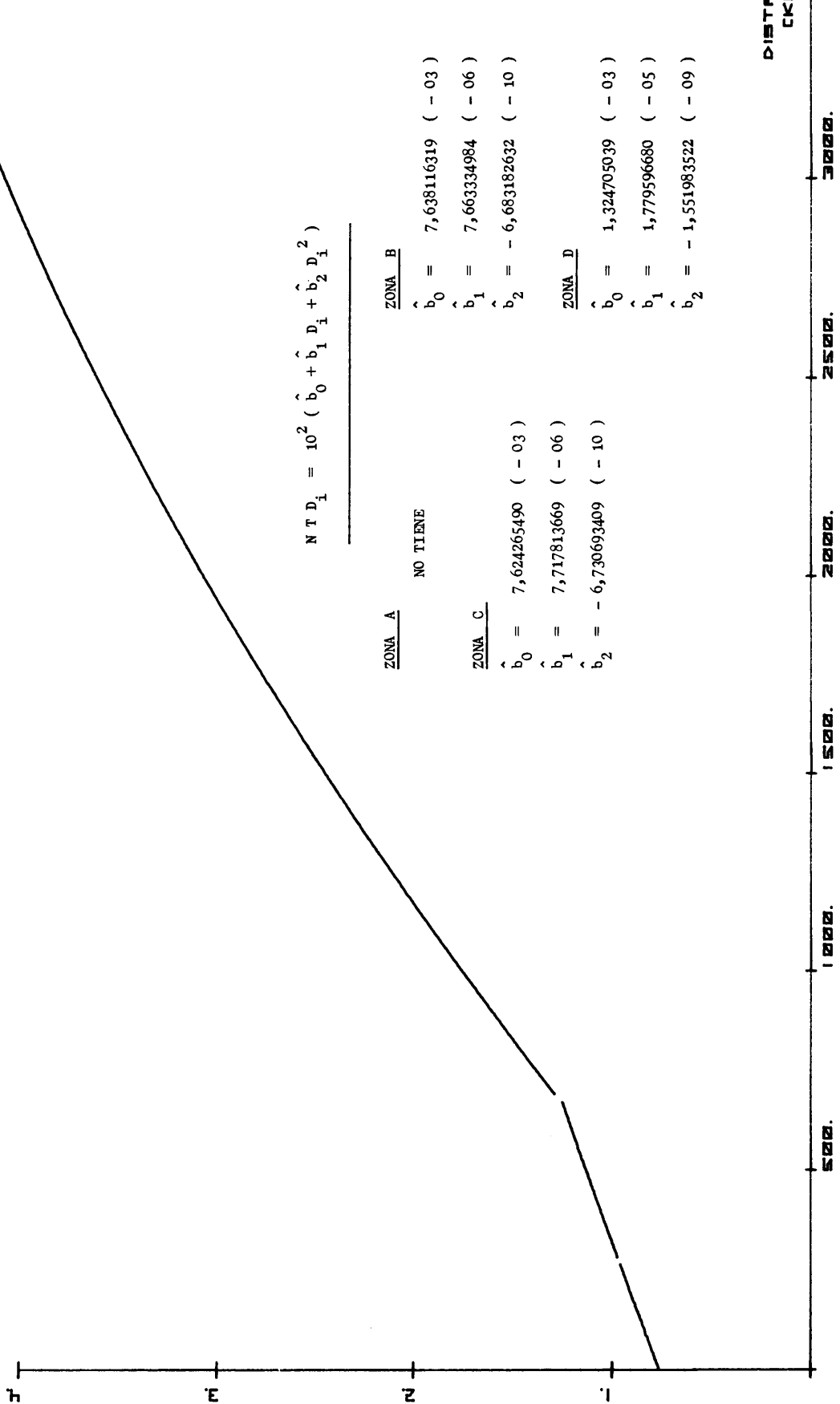


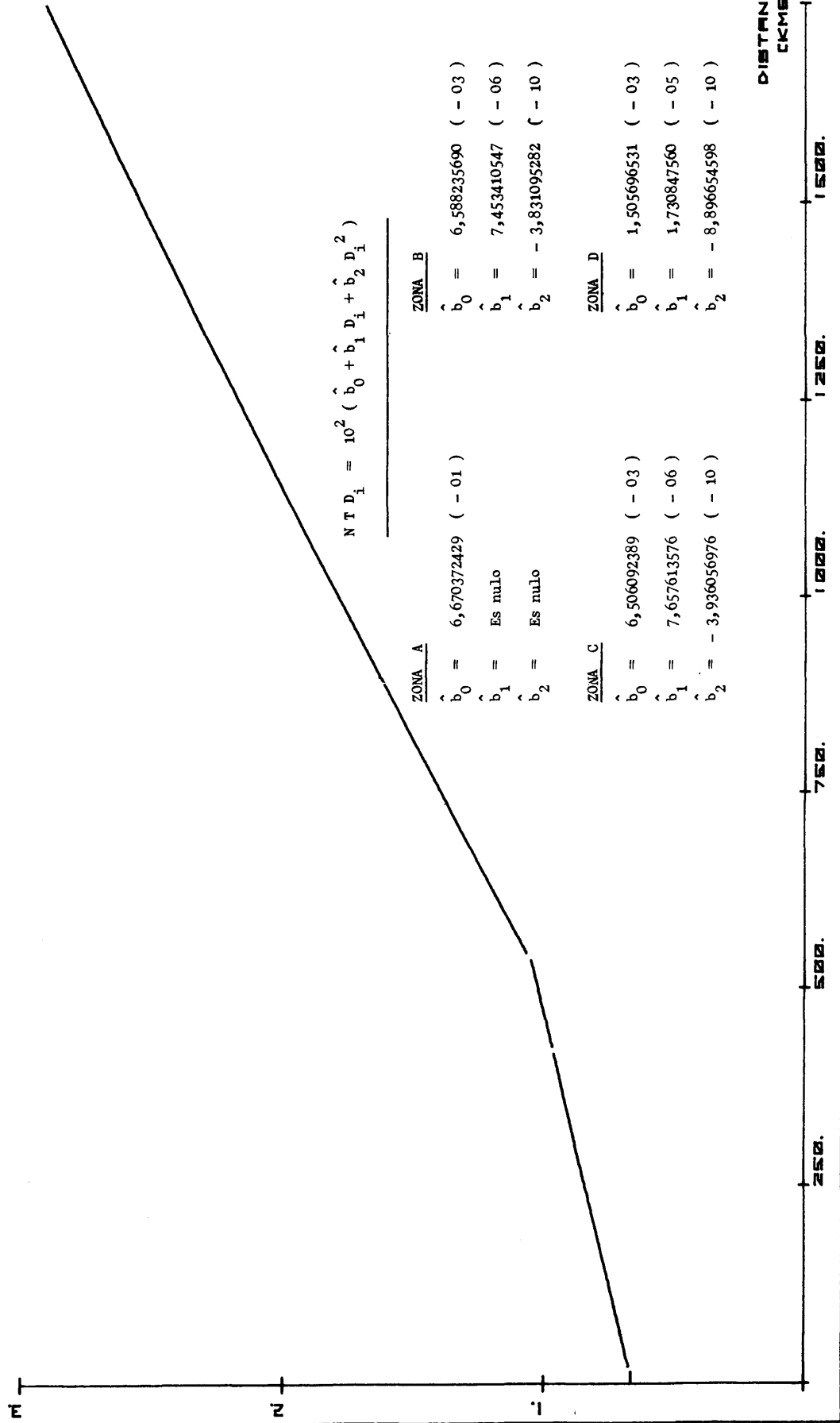
GRAFICO: G-2-76

TRIPULACIONES

00-9-30

TRIPULACIONES NECESARIAS EN FUNCION DE LA

DISTANCIA C100 SALTOS



DISTANCIA  
KMES

TRIPULACIONES

BOEING-747

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>8</sup> A.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T A K O_i = 10^8 \frac{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA B

NO TIENE

ZONA C

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,186348659 \quad ( - 02 ) \\ \hat{b}_1 &= 5,882907373 \quad ( - 06 ) \\ \hat{b}_2 &= - 5,403791069 \quad ( - 11 ) \end{aligned}$$

ZONA D

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,647997749 \quad ( - 03 ) \\ \hat{b}_1 &= 1,446503107 \quad ( - 05 ) \\ \hat{b}_2 &= - 1,328696863 \quad ( - 10 ) \end{aligned}$$

18

16

14

12

10

8

6

4

2

DISTANCIA  
KMS

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.

TRIPULACIONES

DC-10-30

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>8</sup> A.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T A K O_i = 10^8 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA B

NO TIENE

ZONA C

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,0643823 \quad (-02) \\ \hat{b}_1 &= 5,865668176 \quad (-06) \\ \hat{b}_2 &= -3,368801759 \quad (-11) \end{aligned}$$

ZONA D

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,219999144 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 1,415555695 \quad (-05) \\ \hat{b}_2 &= -8,129894789 \quad (-11) \end{aligned}$$

18  
16  
14  
12  
10  
8  
6  
4  
2



DISTANCIA  
CKMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

TRIPULACIONES

DC-B-53

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>8</sup> P.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N^T AKO_i = 10^8 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA B

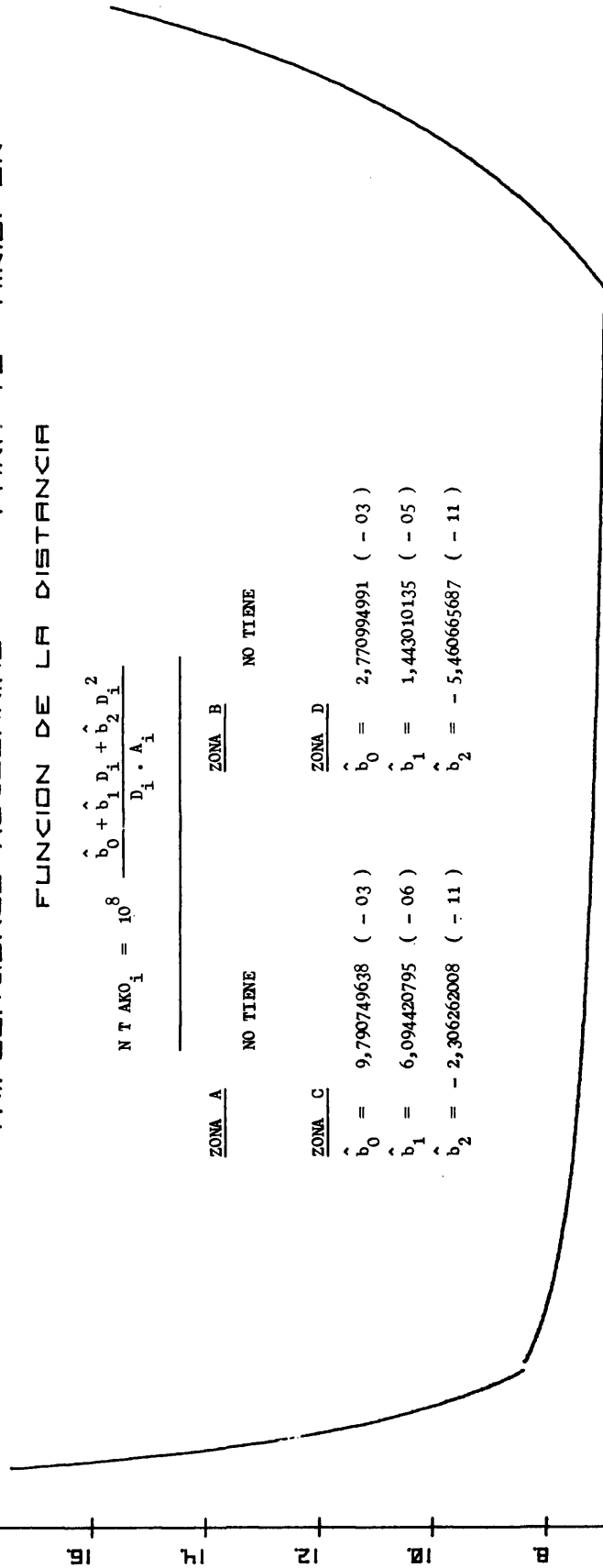
NO TIENE

ZONA C

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 9,790749638 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 6,094420795 \quad (-06) \\ \hat{b}_2 &= -2,306262008 \quad (-11) \end{aligned}$$

ZONA D

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,770994991 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 1,443010135 \quad (-05) \\ \hat{b}_2 &= -5,460665687 \quad (-11) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
[KMS]

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.

TRIPULACIONES

DC-8-50

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>8</sup> P.K.D. EN  
FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T ARO_i = 10^8 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA B

$$\hat{b}_0 = 8,190932153 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_1 = 6,188305995 \quad (-06)$$

$$\hat{b}_2 = -1,226636120 \quad (-11)$$

ZONA C

$$\hat{b}_0 = 8,181011295 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_1 = 6,232298691 \quad (-06)$$

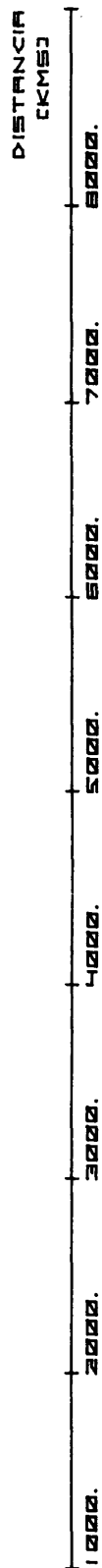
$$\hat{b}_2 = -1,235356282 \quad (-11)$$

ZONA D

$$\hat{b}_0 = 2,608466254 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,437062170 \quad (-05)$$

$$\hat{b}_2 = -2,848521656 \quad (-11)$$



TRIPULACIONES

BOEING-727

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>6</sup> P.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T A K O_i = 10^8 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA C

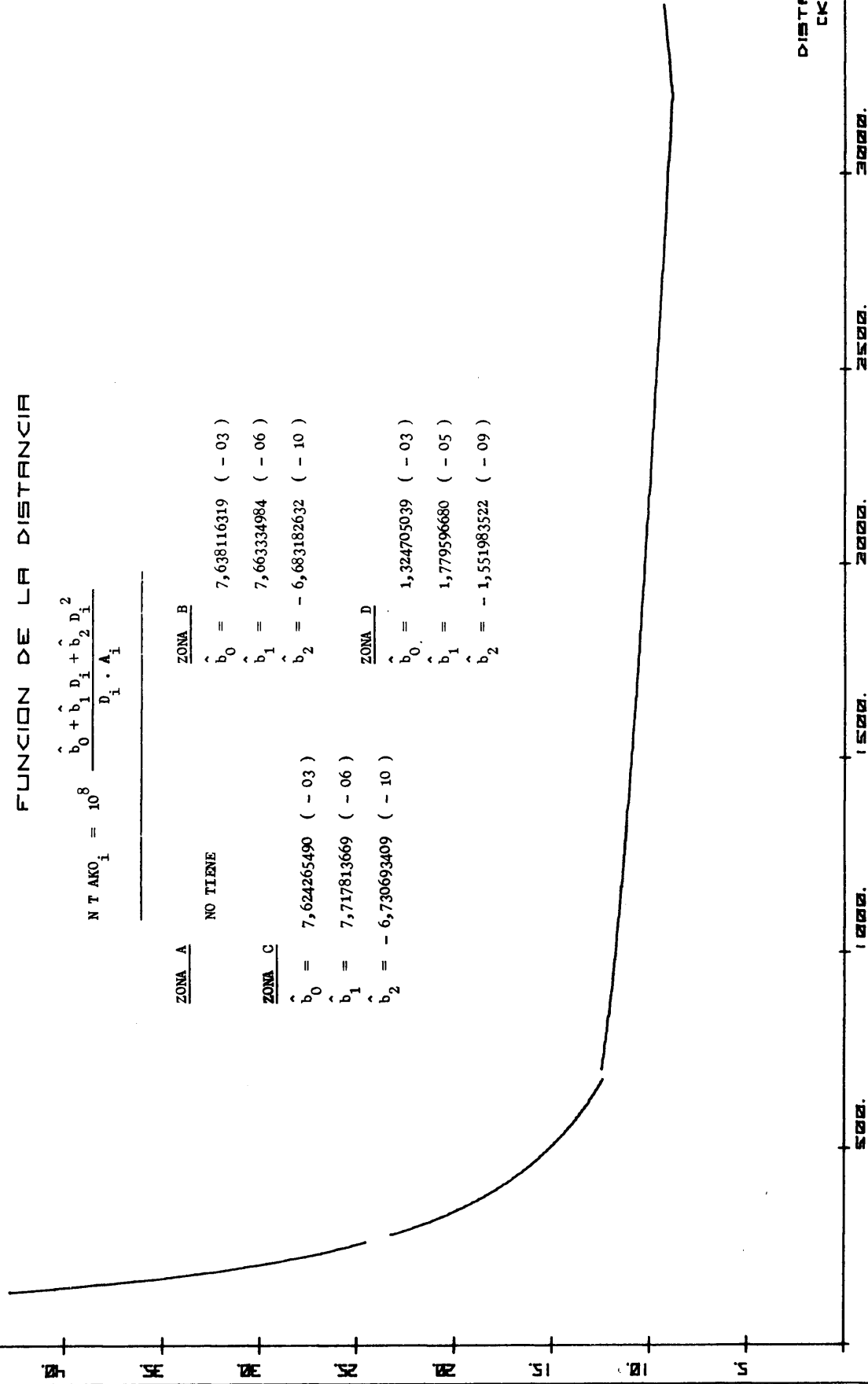
$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 7,624265490 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 7,717813669 \quad (-06) \\ \hat{b}_2 &= -6,730693409 \quad (-10) \end{aligned}$$

ZONA B

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 7,638116319 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 7,663334984 \quad (-06) \\ \hat{b}_2 &= -6,683182632 \quad (-10) \end{aligned}$$

ZONA D

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,324705039 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 1,779596680 \quad (-05) \\ \hat{b}_2 &= -1,551983522 \quad (-09) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
CKMS



TRIPULACIONES

DC-9-30

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>8</sup> A.K.O. EN  
FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T A K O_i = 10^8 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

ZONA A

$\hat{b}_0 = 6,670372429 \quad (-01)$   
 $\hat{b}_1 = \text{Es nulo}$   
 $\hat{b}_2 = \text{Es nulo}$

ZONA B

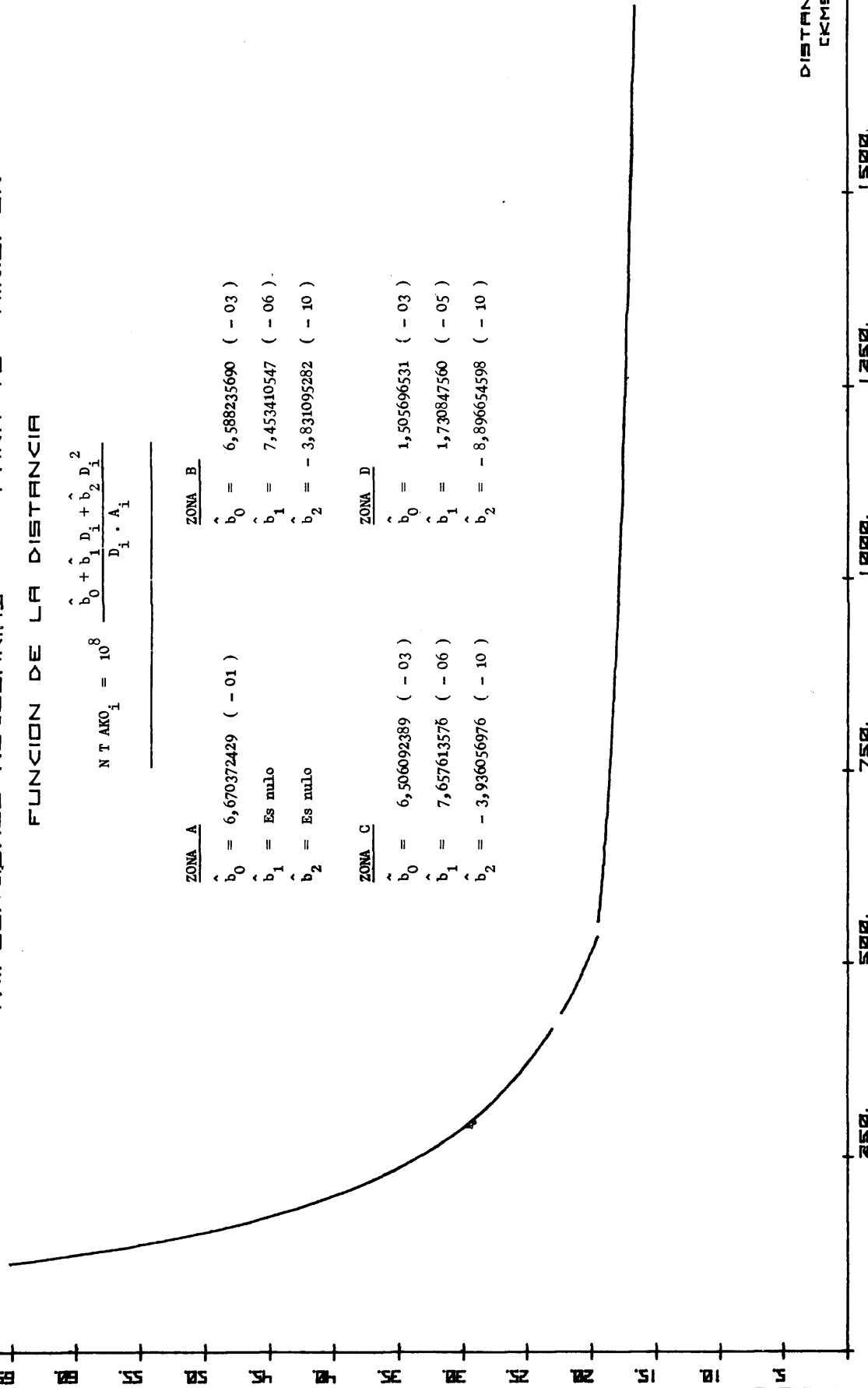
$\hat{b}_0 = 6,588235690 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 7,453410547 \quad (-06)$   
 $\hat{b}_2 = -3,831095282 \quad (-10)$

ZONA C

$\hat{b}_0 = 6,506092389 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 7,657613576 \quad (-06)$   
 $\hat{b}_2 = -3,936056976 \quad (-10)$

ZONA D

$\hat{b}_0 = 1,505696531 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 1,730847560 \quad (-05)$   
 $\hat{b}_2 = -8,896654598 \quad (-10)$



DISTANCIA  
(KMS)

250. 500. 750. 1000. 1250. 1500. 1750.

TRIPULACIONES

BOEING-747

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>7</sup> T.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T T K O_i = 10^7 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA B

NO TIENE

ZONA C

$\hat{b}_0 = 1,186348659 \quad (-02)$   
 $\hat{b}_1 = 5,882907373 \quad (-06)$   
 $\hat{b}_2 = -5,403791069 \quad (-11)$

ZONA D

$\hat{b}_0 = 2,647997749 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 1,446503107 \quad (-05)$   
 $\hat{b}_2 = -1,328696863 \quad (-10)$

18

16

14

12

10

8

6

4

2

1000.

2000.

3000.

4000.

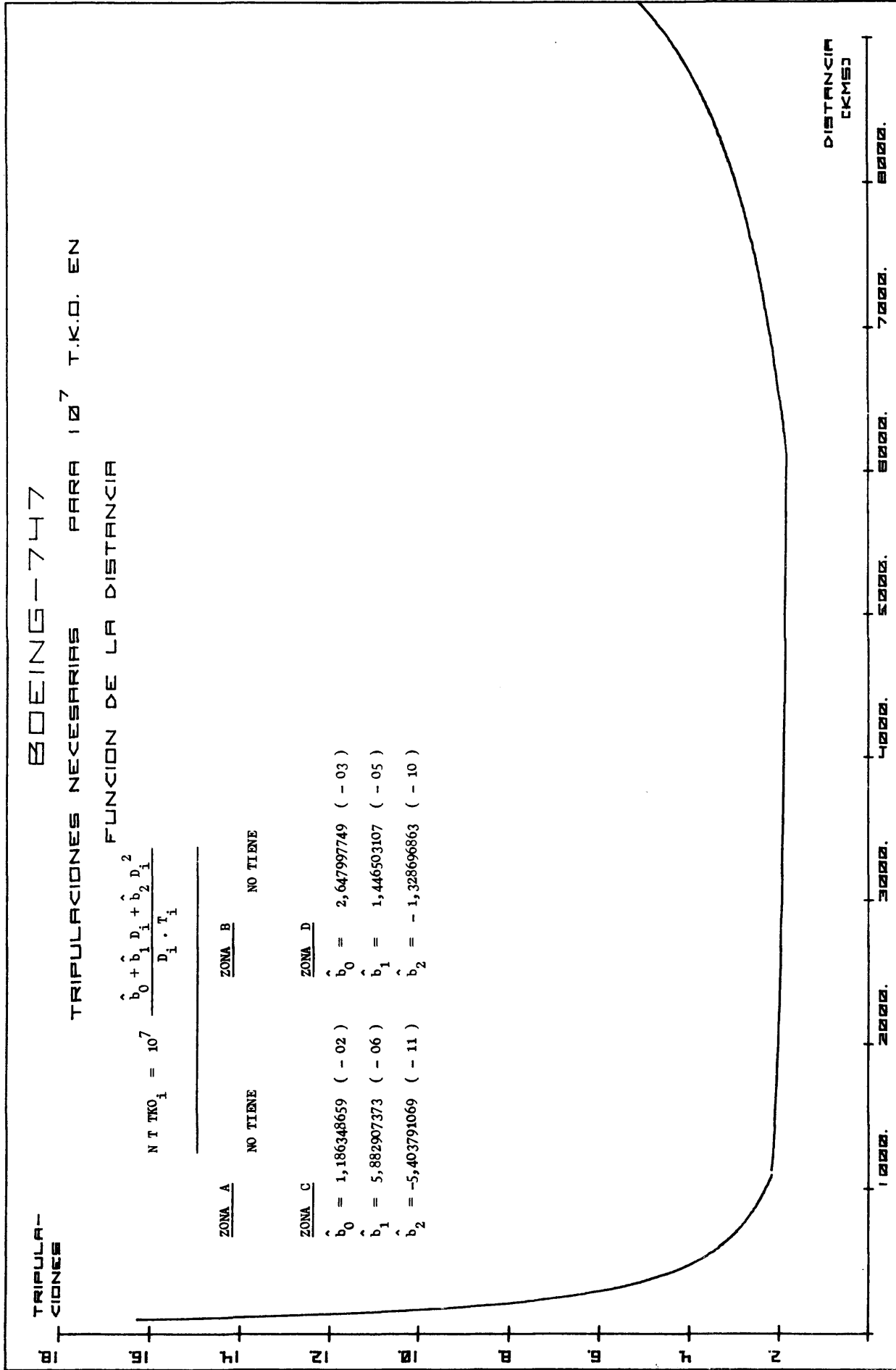
5000.

6000.

7000.

8000.

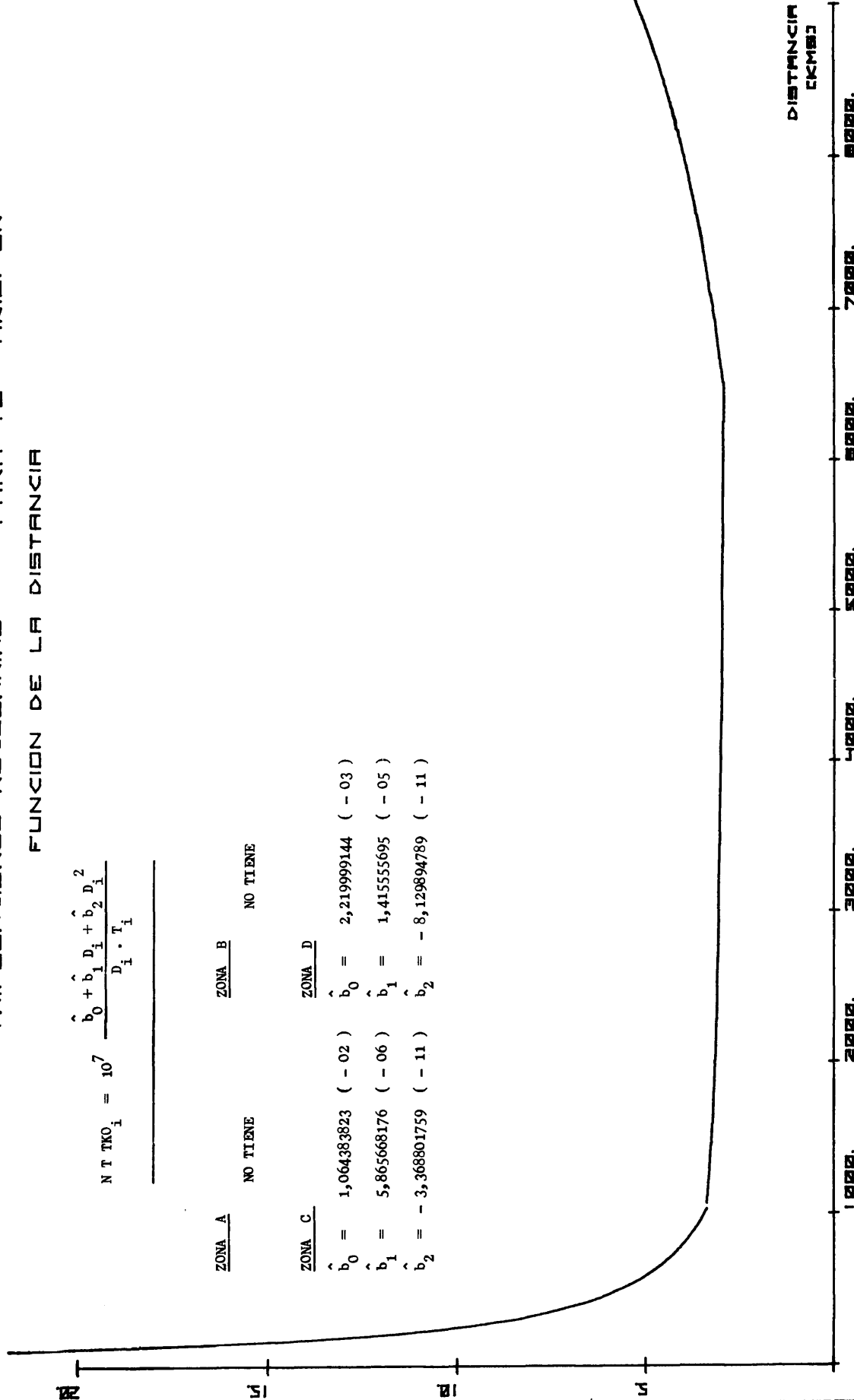
DISTANCIA  
(KMS)



**TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>7</sup> T.K.O. EN**  
**FUNCION DE LA DISTANCIA**

$$N T T K O_i = 10^7 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

| ZONA A                                 | ZONA B                                 |
|--|--|
| NO TIENE                               | NO TIENE                               |
| ZONA C                                 | ZONA D                                 |
| $\hat{b}_0 = 1,0643823 \quad (-02)$    | $\hat{b}_0 = 2,219999144 \quad (-03)$  |
| $\hat{b}_1 = 5,865668176 \quad (-06)$  | $\hat{b}_1 = 1,415555695 \quad (-05)$  |
| $\hat{b}_2 = -3,368801759 \quad (-11)$ | $\hat{b}_2 = -8,129894789 \quad (-11)$ |



DISTANCIA  
EN KM

TRIPULACIONES

DC-8-63

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>7</sup> T.K.O. EN

FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T T K O_i = 10^7 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

ZONA A

NO TIENE

ZONA B

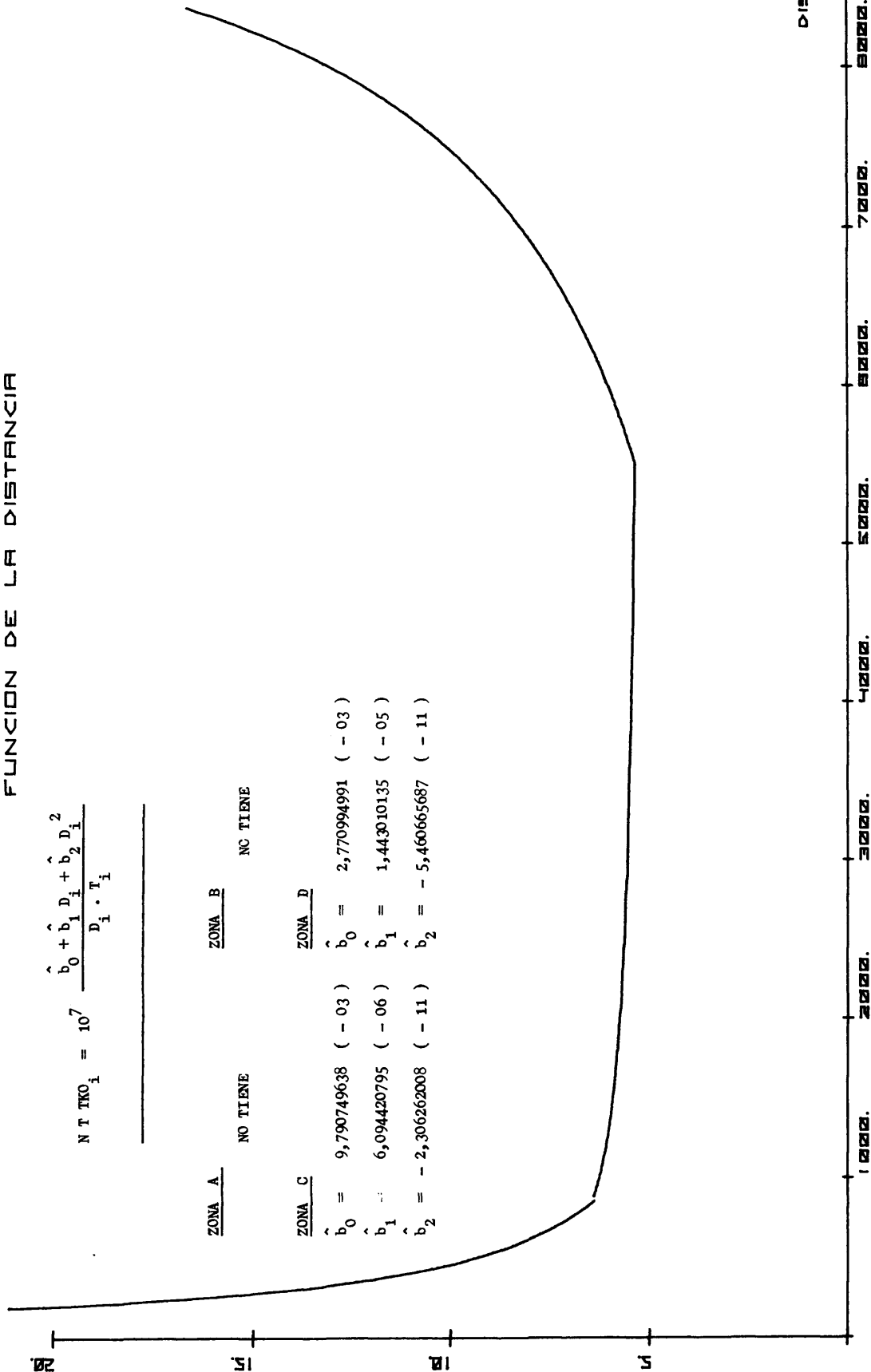
NO TIENE

ZONA C

$\hat{b}_0 = 9,790749638 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 6,094420795 \quad (-06)$   
 $\hat{b}_2 = -2,306262008 \quad (-11)$

ZONA D

$\hat{b}_0 = 2,770994991 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 1,443010135 \quad (-05)$   
 $\hat{b}_2 = -5,460665687 \quad (-11)$



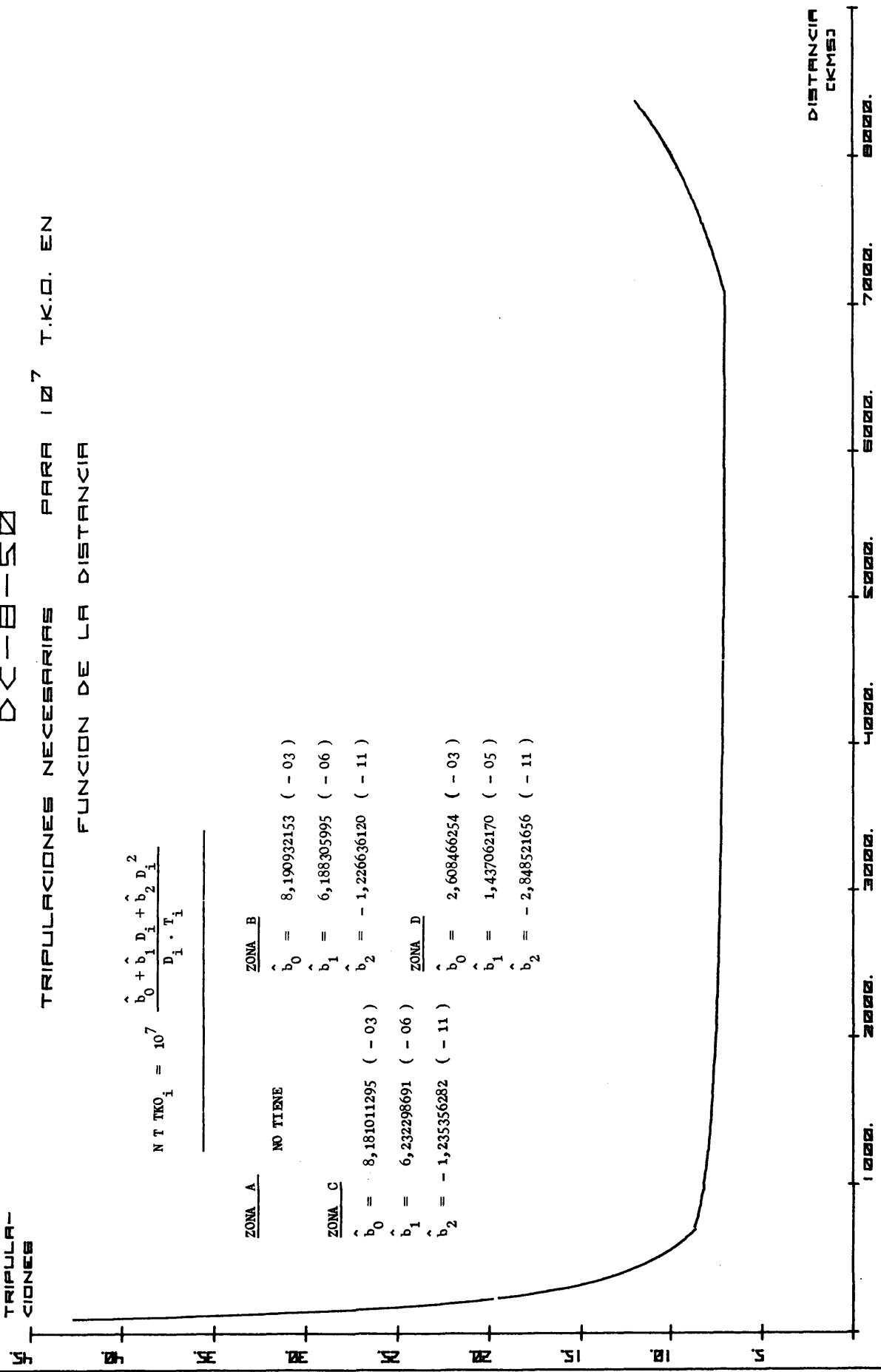
DISTANCIA  
EN KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

**TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>7</sup> T.K.O. EN**  
**FUNCION DE LA DISTANCIA**

$$N T T K O_i = 10^7 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

| ZONA A                                 | ZONA B                                 |
|--|--|
| NO TIENE                               | $\hat{b}_0 = 8,190932153 \quad (-03)$  |
|  | $\hat{b}_1 = 6,188305995 \quad (-06)$  |
|  | $\hat{b}_2 = -1,226636120 \quad (-11)$ |
| ZONA C                                 | ZONA D                                 |
| $\hat{b}_0 = 8,181011295 \quad (-03)$  | $\hat{b}_0 = 2,60846254 \quad (-03)$   |
| $\hat{b}_1 = 6,232298691 \quad (-06)$  | $\hat{b}_1 = 1,437062170 \quad (-05)$  |
| $\hat{b}_2 = -1,235356282 \quad (-11)$ | $\hat{b}_2 = -2,848521656 \quad (-11)$ |



# BOEING-727 TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>7</sup> T.K.D. EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T T K O_i = 10^7 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

## ZONA A

NO TIENE

## ZONA B

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 7,638116319 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 7,663334984 \quad (-06) \\ \hat{b}_2 &= -6,683182632 \quad (-10) \end{aligned}$$

## ZONA C

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 7,624265490 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 7,717813669 \quad (-06) \\ \hat{b}_2 &= -6,730693409 \quad (-10) \end{aligned}$$

## ZONA D

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,324705039 \quad (-03) \\ \hat{b}_1 &= 1,779596680 \quad (-05) \\ \hat{b}_2 &= -1,551983522 \quad (-09) \end{aligned}$$

TRIPULACIONES

4

3

2

1

0

1

2

3

4

500.

1000.

1500.

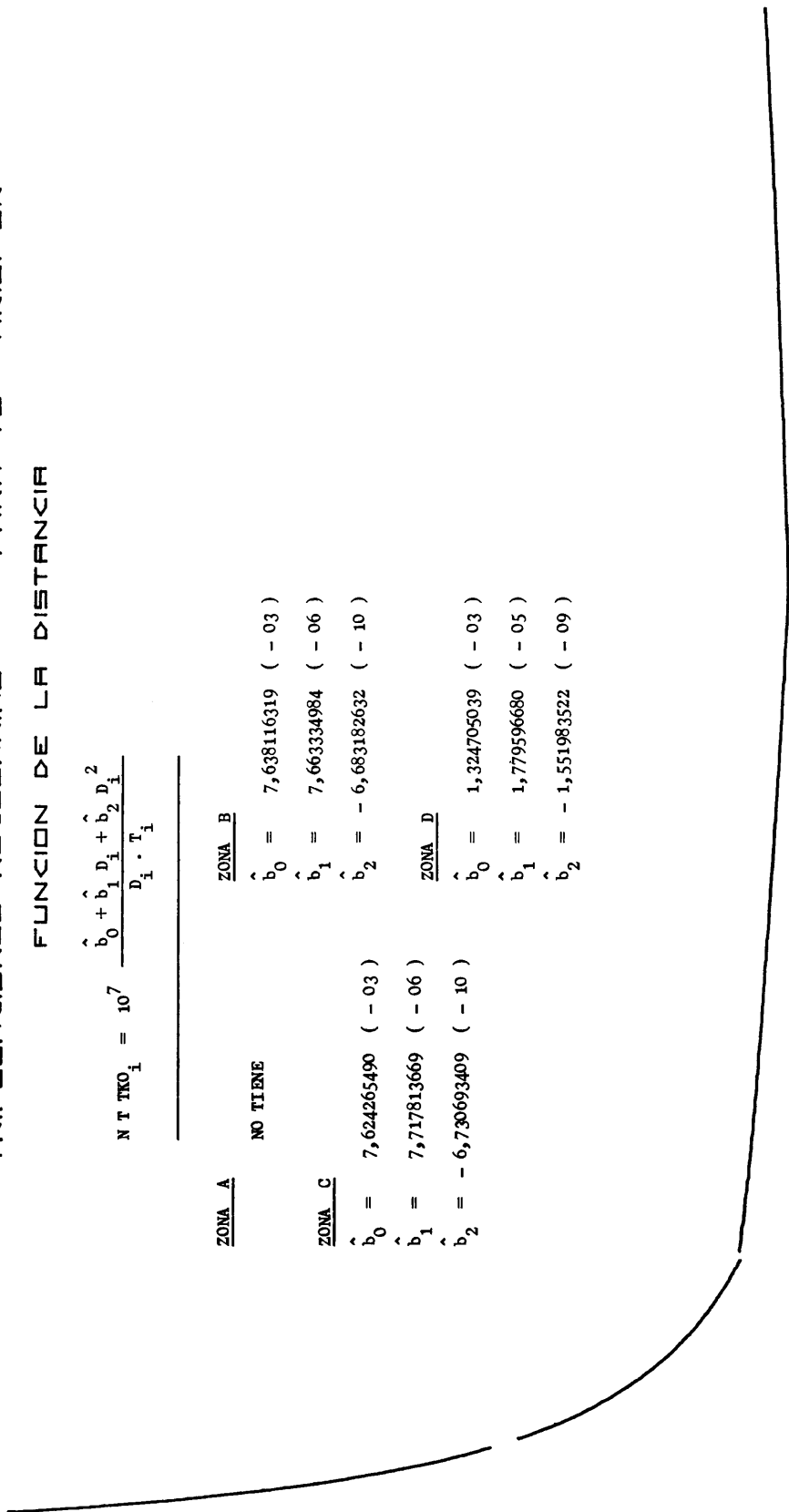
2000.

2500.

3000.

3500.

DISTANCIA  
KMS



TRIPULACIONES

DC-9-30

TRIPULACIONES NECESARIAS PARA 10<sup>7</sup> T.K.D. EN  
FUNCION DE LA DISTANCIA

$$N T T K O_1 = 10^7 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

ZONA A

$\hat{b}_0 = 6,670372429 \quad (-01)$   
 $\hat{b}_1 = \text{Es nulo}$   
 $\hat{b}_2 = \text{Es nulo}$

ZONA B

$\hat{b}_0 = 6,588235690 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 7,453410547 \quad (-06)$   
 $\hat{b}_2 = -3,831095282 \quad (-10)$

ZONA C

$\hat{b}_0 = 6,506092389 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 7,657613576 \quad (-06)$   
 $\hat{b}_2 = -3,936056976 \quad (-10)$

ZONA D

$\hat{b}_0 = 1,505696531 \quad (-03)$   
 $\hat{b}_1 = 1,730847560 \quad (-05)$   
 $\hat{b}_2 = -8,896654598 \quad (-10)$

10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60

250.

500.

750.

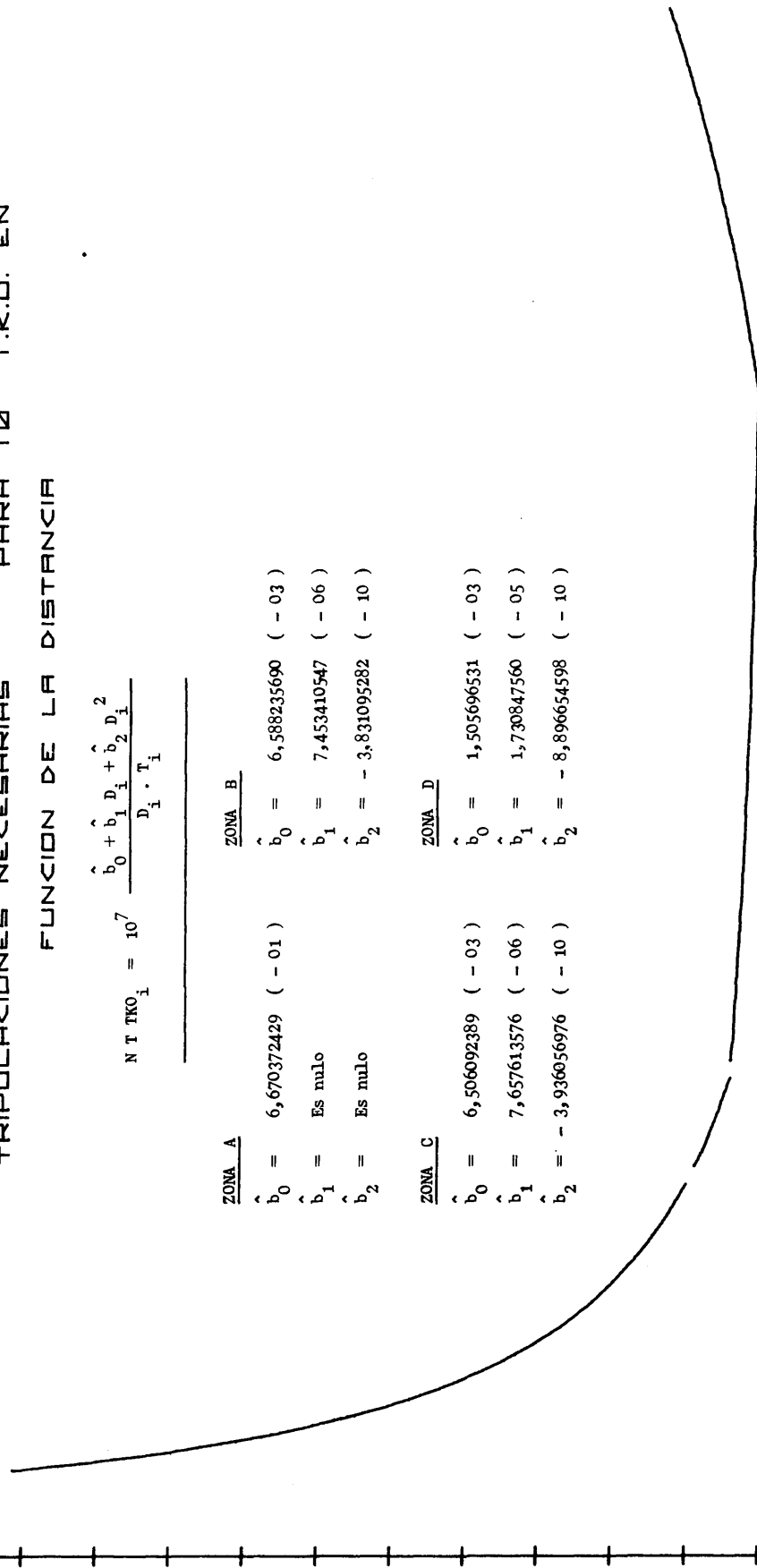
1000.

1250.

1500.

1750.

DISTANCIA  
CKMS



PESETAS

BOEING-747

COSTE DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCC_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 3,781172860 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 9,797895331 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 7,431806464 \quad (-04) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

120000

80000

60000

40000



GRAFICO: C-3-2

PESETAS

DC-10-30

MODELO DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COC_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 2,377995728 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 7,011216745 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 5,313854492 \quad (-04)$$

750000

500000

250000

DISTANCIA  
KMS

00000.

70000.

60000.

50000.

40000.

30000.

20000.

10000.

PESETAS

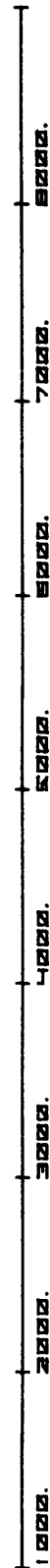
DC-8-63

COSTE DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COC_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,693145339 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 6,007863645 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -4,131994122 \quad (-05) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
(KMS)



PESETAS

DC-8-50

COSTE DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCC_1 = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,765475778 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 5,439887754 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 4,340021468 \quad (-04)$$

DISTANCIA  
CKMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

10000

20000

30000

40000

50000

60000

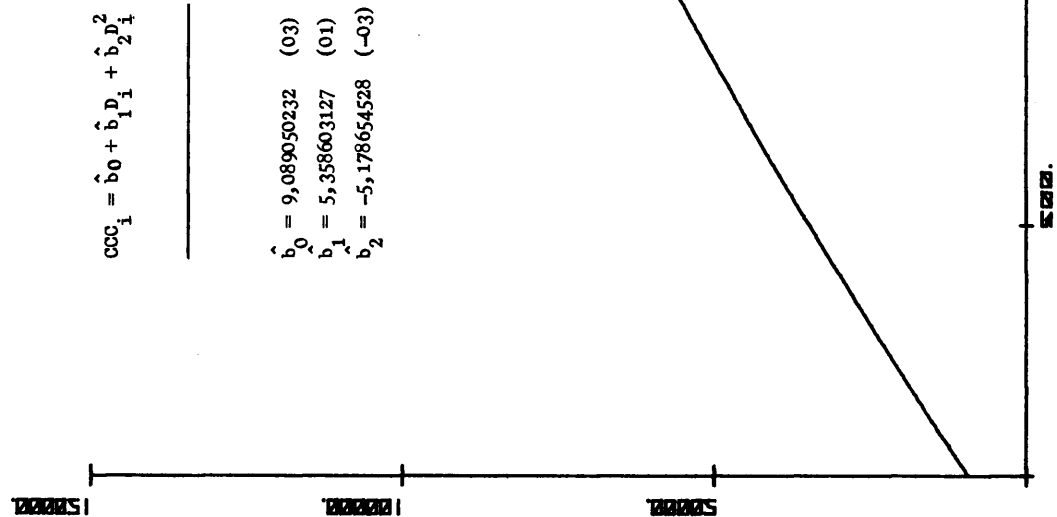
70000

80000

PEREGRIN

BOEING-727

COSTE DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA



PESETAS

DC-9-30

COSTE DE COMBUSTIBLE EN FUNCION DE LA DISTANCIA

75000

50000

25000

$$COC_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 5,196424425 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 3,591066097 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -3,236722460 \quad (-03) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

PESETAS

BOEING-747

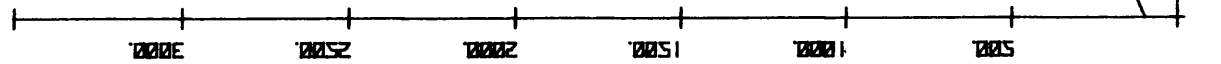
COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCCA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$A_i$

$\hat{b}_0 = 3,781172860 \quad (04)$   
 $\hat{b}_1 = 9,797895301 \quad (01)$   
 $\hat{b}_2 = 7,431806464 \quad (-04)$

DISTANCIA  
KMS



PESETAS

# COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR ASIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COCOA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$\hat{b}_0 = 2,377995728$  (04)  
 $\hat{b}_1 = 7,011216745$  (01)  
 $\hat{b}_2 = 5,313854492$  (-04)

3000.  
2500.  
2000.  
1500.  
1000.  
500.

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

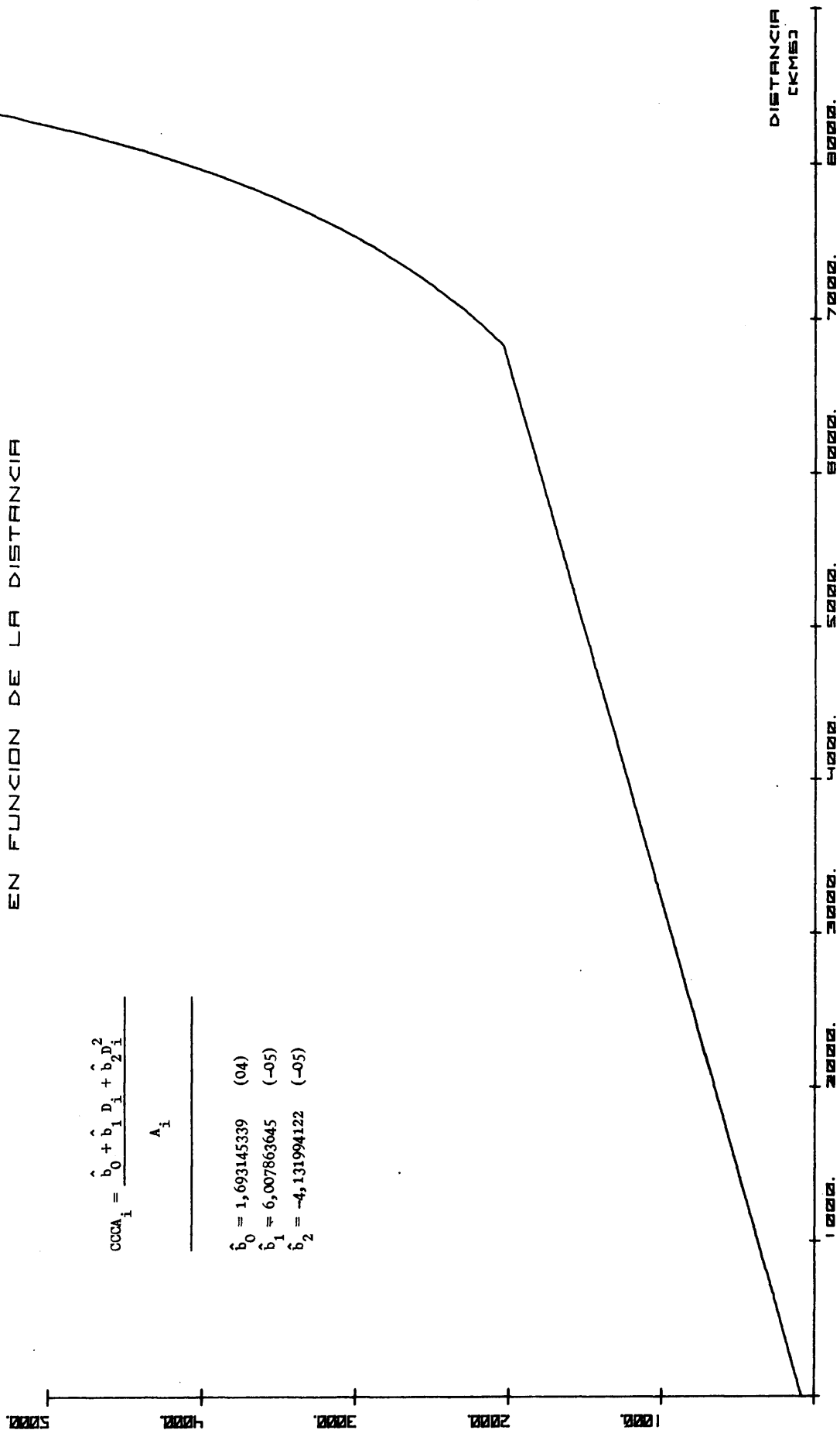
DC-8-63

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCCA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$A_i$

$\hat{b}_0 = 1,693145339$  (04)  
 $\hat{b}_1 = 6,007863645$  (-05)  
 $\hat{b}_2 = -4,131994122$  (-05)



DISTANCIA  
EN KMS



PESETAS

DC-B-50

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{CA}_1 = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{A_1}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,765475778 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 5,439887754 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 4,340021468 \quad (-04) \end{aligned}$$

5000  
4000  
3000  
2000  
1000



DISTANCIA  
KM

8000.  
7000.  
6000.  
5000.  
4000.  
3000.  
2000.  
1000.

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCCA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$A_i$

$\hat{b}_0 = 9,089050232$  (03)

$\hat{b}_1 = 5,358603127$  (01)

$\hat{b}_2 = -5,178654528$  (-03)

1000

750

500

250

DISTANCIA  
KMS

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

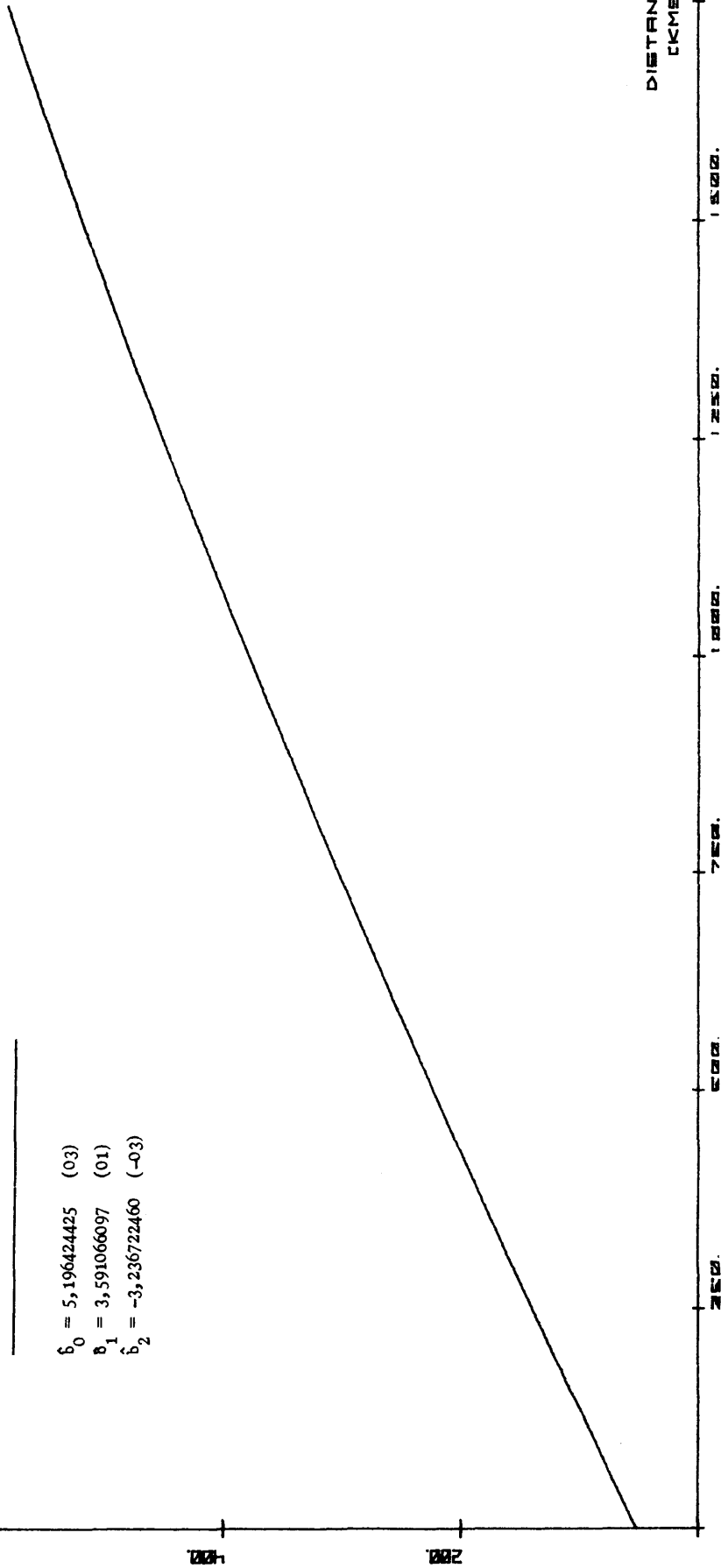
PEREYAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COCOA_i = \frac{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2}{A_i}$$

$b_0 = 5,196424425 \quad (03)$   
 $b_1 = 3,591066097 \quad (01)$   
 $b_2 = -3,236722460 \quad (-03)$



PESETAS

BOEING-747

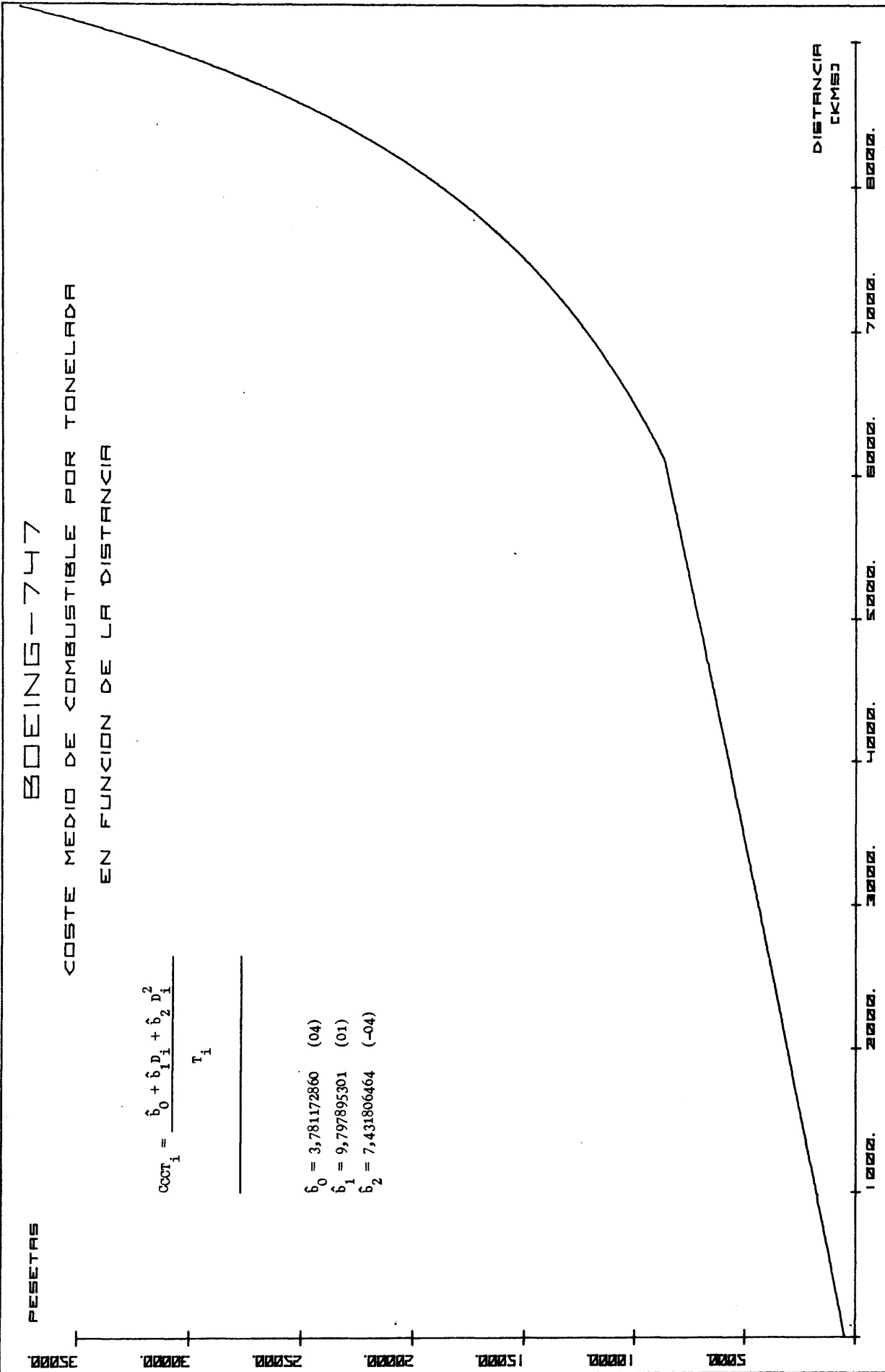
COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR TONELADA

EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COST_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 3,781172860 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 9,797895301 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 7,431806464 \quad (-04) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS



PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COST_i = \frac{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2}{T_i}$$

$b_0 = 2,377995728$  (04)  
 $b_1 = 7,011216745$  (01)  
 $b_2 = 5,313854494$  (-04)

30000

25000

20000

15000

10000

5000

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

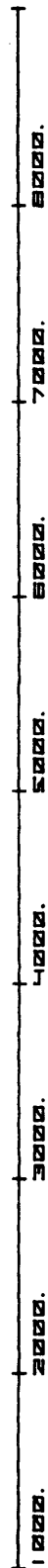
D<-B-63

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COCOT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,693145339 \quad (.04) \\ \hat{b}_1 &= 6,007863645 \quad (.01) \\ \hat{b}_2 &= -4,131994122 \quad (-.05) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS



PESETAS

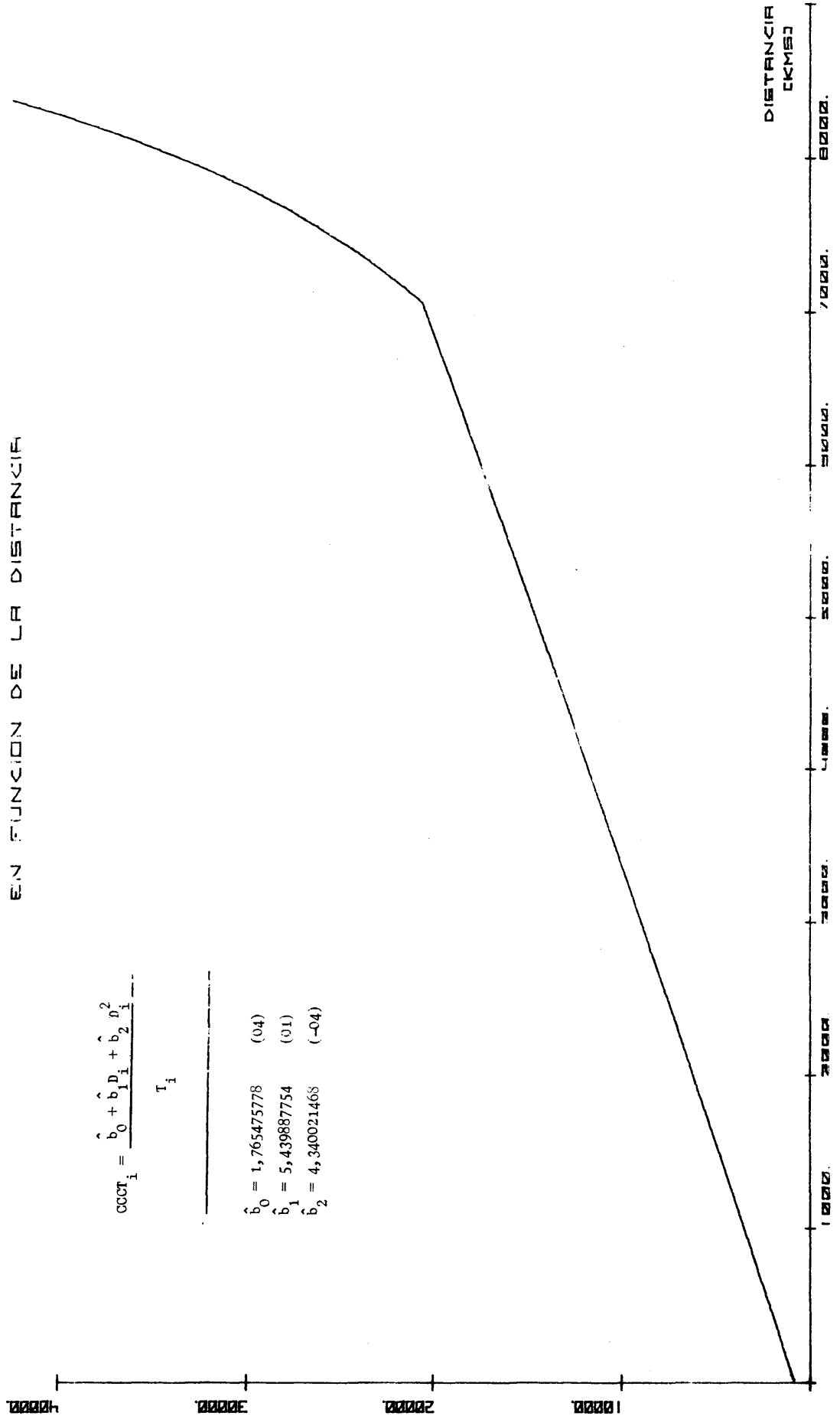
DC-E-30

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR TONELAJA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COCT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$T_i$

$\hat{b}_0 = 1,765475778$  (04)  
 $\hat{b}_1 = 5,439887754$  (01)  
 $\hat{b}_2 = 4,340021468$  (-04)



PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COST_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 9,089050232 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 5,358603127 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -5,178654528 \quad (-03) \end{aligned}$$

1000.

8000.

5000.

4000.

2000.

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

DISTANCIA  
[KMS]



▷C-9-30

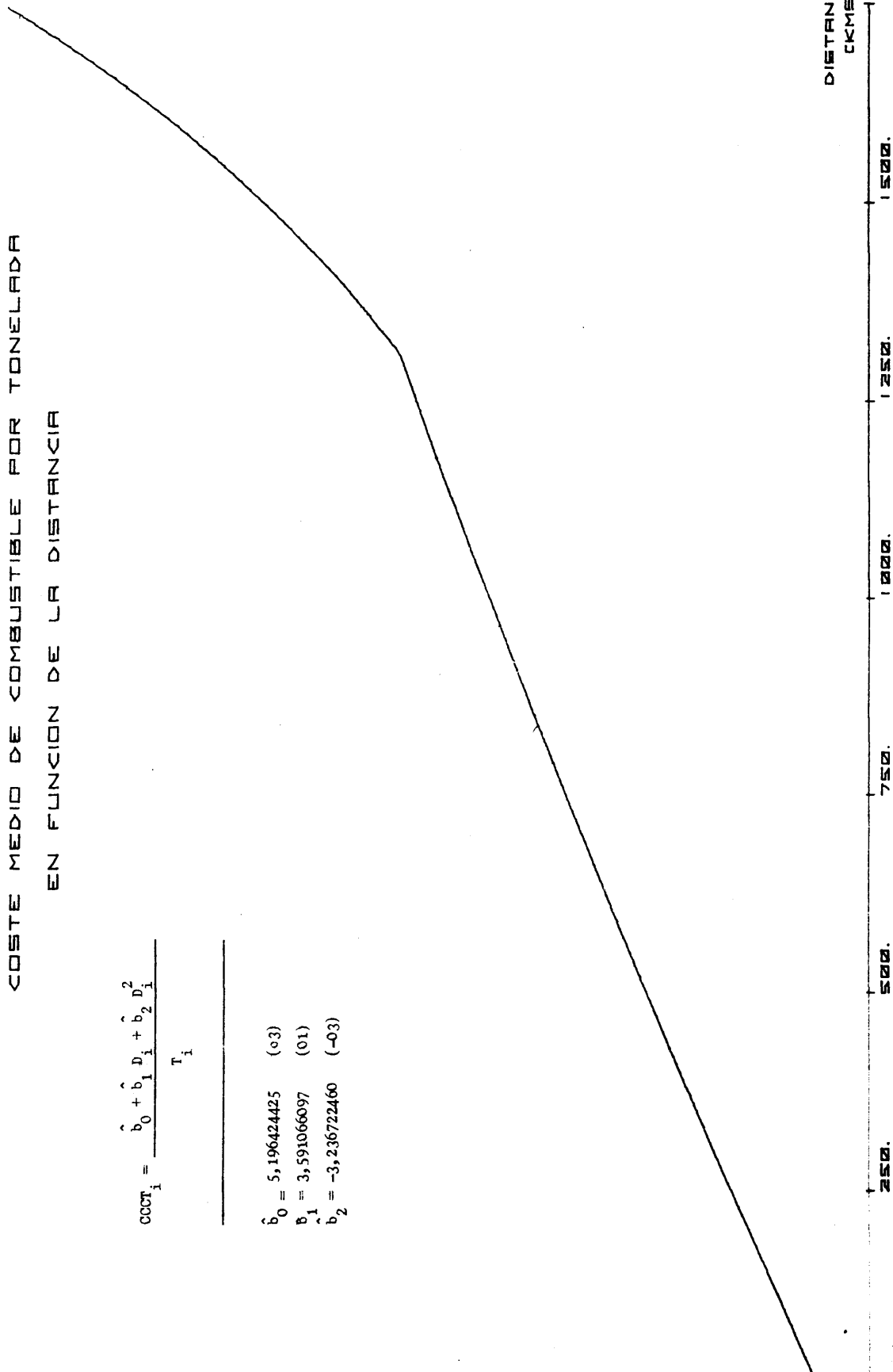
COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COST_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$\hat{b}_0 = 5,196424425$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 3,591066097$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -3,236722460$  (-03)

PESETAS

7000  
6000  
5000  
4000  
3000  
2000  
1000



DISTANCIA  
KMBS

250. 500. 750. 1000. 1250. 1500. 1750.

PESETAS

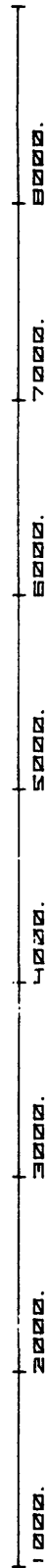
BOEING-747

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 P.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COCOA_{i} = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 3,781172860 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 9,797895301 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 7,431806464 \quad (-04) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS



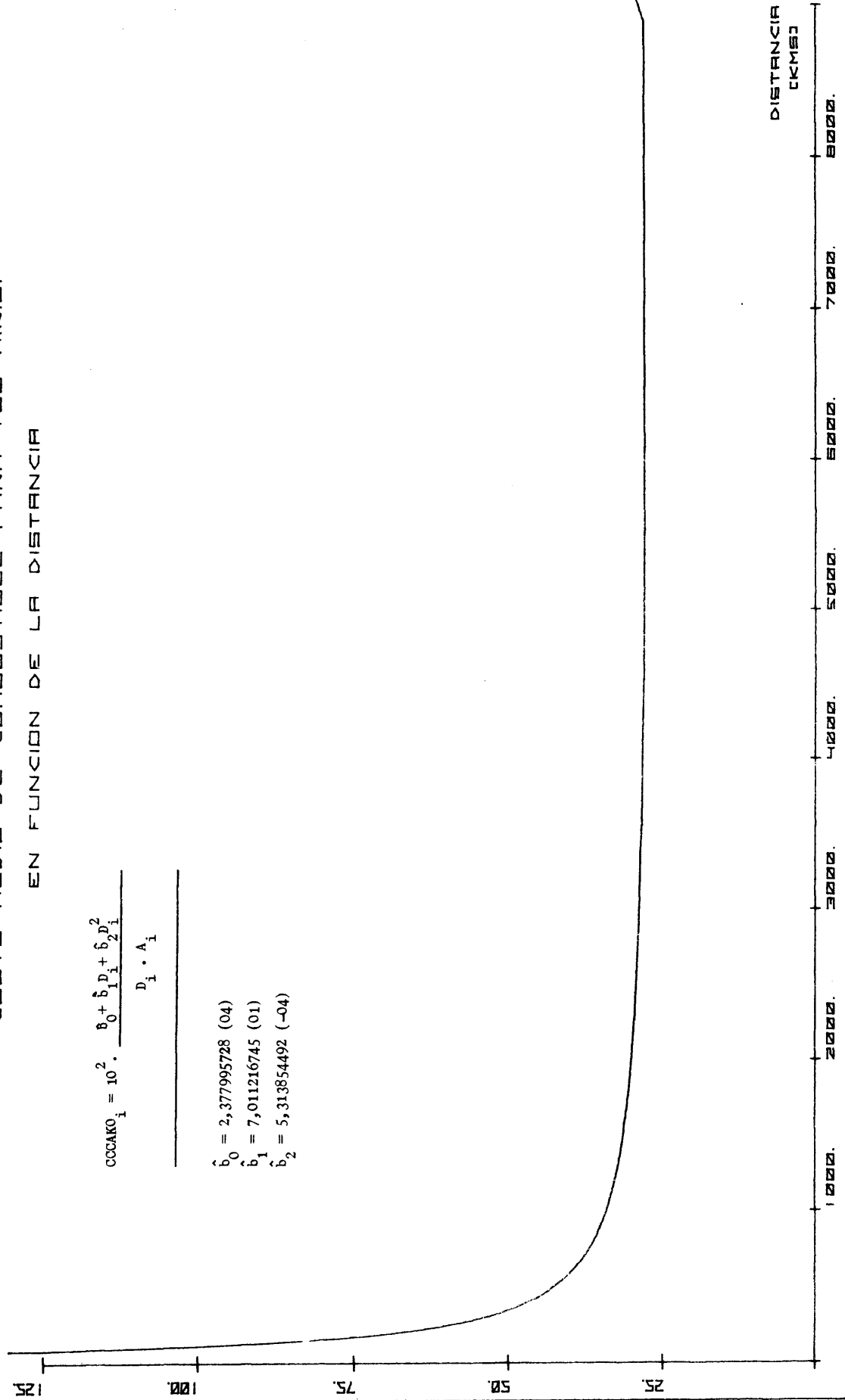
PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 P.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COCOAQO_i = 10^2 \cdot \frac{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,377995728 \text{ (04)} \\ \hat{b}_1 &= 7,011216745 \text{ (01)} \\ \hat{b}_2 &= 5,313854492 \text{ (-04)} \end{aligned}$$



PESETAS

D<-B-63

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 P.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCCAK_1 = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{D_1 \cdot A_1}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,693145339 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 6,007863645 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -4,131994122 \quad (-05) \end{aligned}$$

100

75

50

25

DISTANCIA  
(KMS)

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

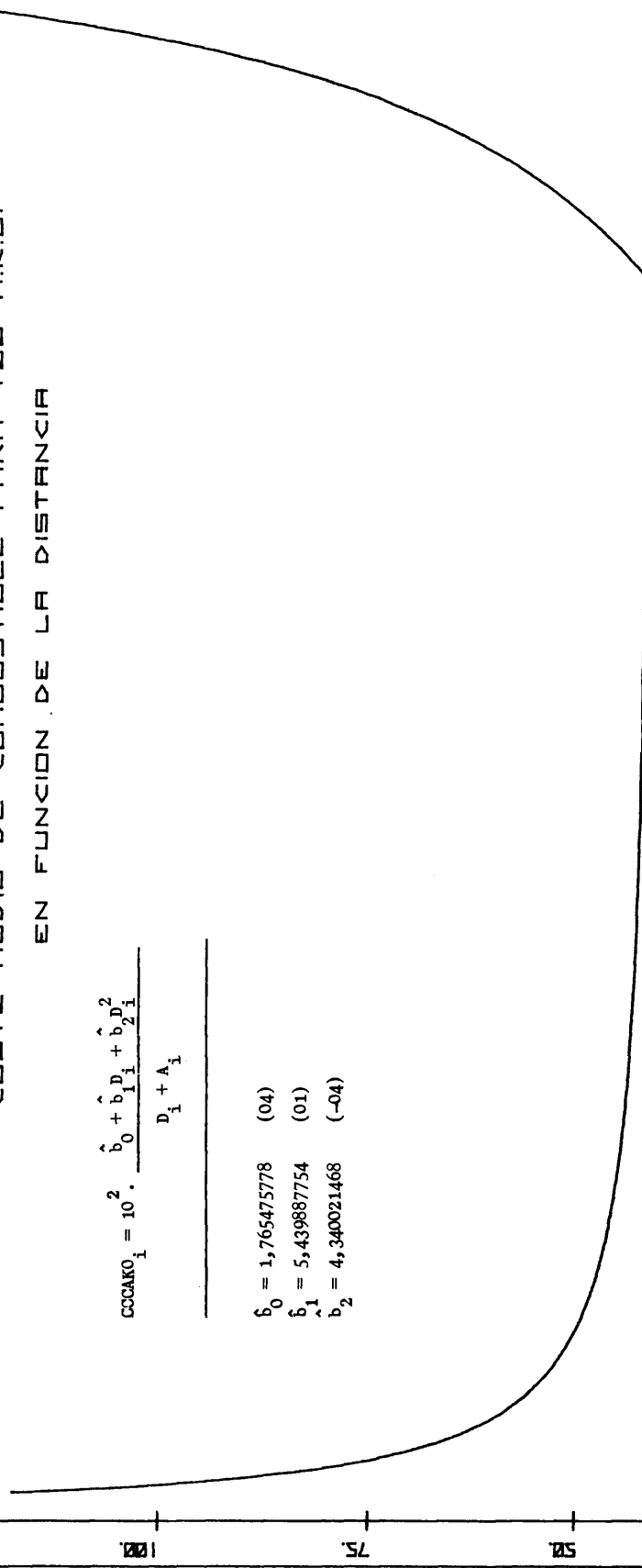
PESETAS

DC-B-50

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 P.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{CCAKO}_1 = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{D_1 + A_1}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,765475778 & (04) \\ \hat{b}_1 &= 5,439887754 & (01) \\ \hat{b}_2 &= 4,340021468 & (-04) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
CKMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 P.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CCKAKO_i = 10 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 9,089050232 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 5,358603127 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -5,178654528 \quad (-03)$$

100

75

50

25

DISTANCIA  
KMS

500.

1 000.

1 500.

2 000.

2 500.

3 000.

3 500.

PESETAS

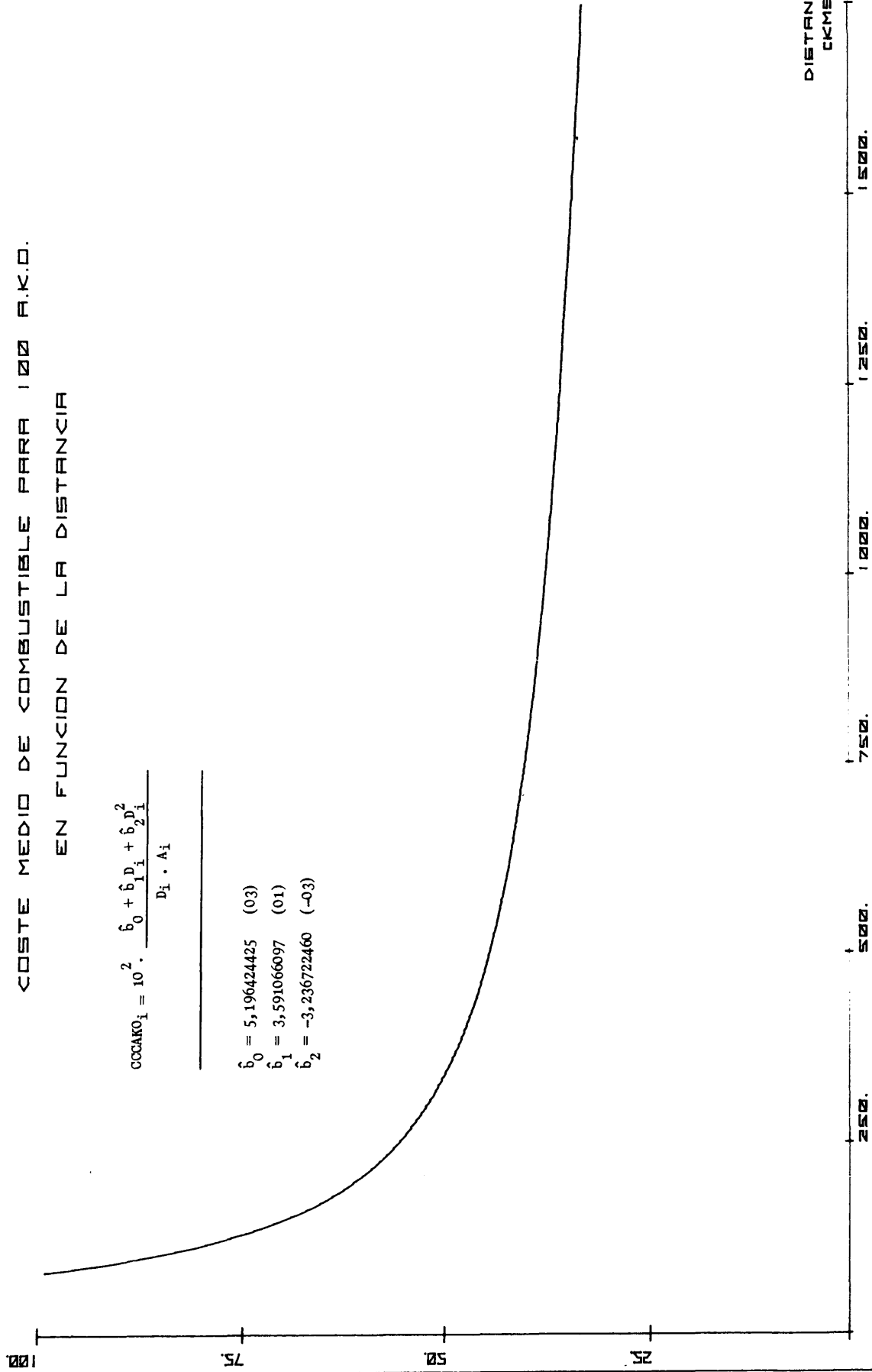
DC-9-30

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 A.K.O.

EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COSTE_{i} = 10^2 \cdot \frac{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\begin{aligned} b_0 &= 5,196424425 \quad (03) \\ b_1 &= 3,591066097 \quad (01) \\ b_2 &= -3,236722460 \quad (-03) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMS

PESETAS

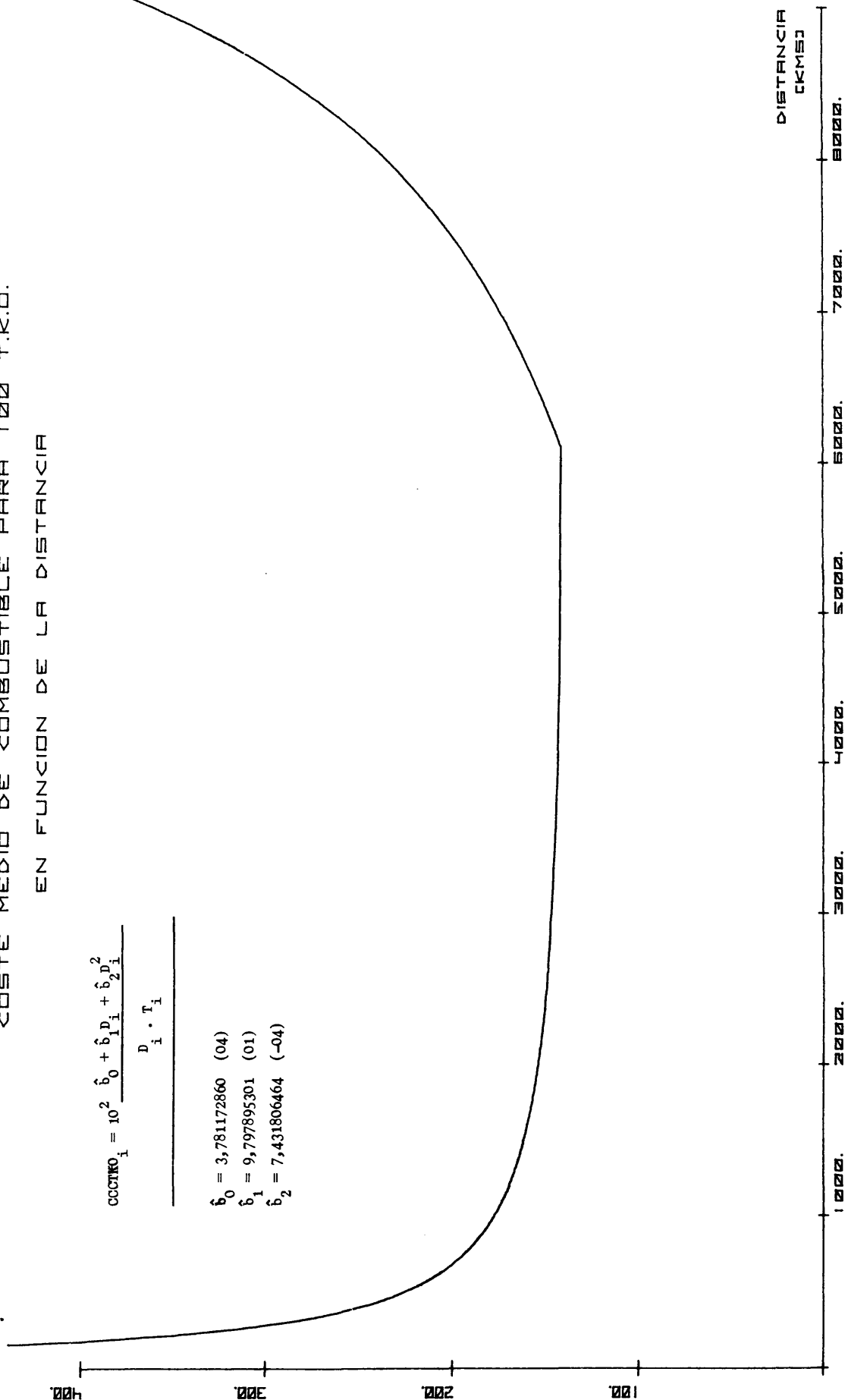
BOEING-747

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COSTO_1 = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$D_i \cdot T_i$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 3,781172860 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 9,797895301 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 7,431806464 \quad (-04) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
(KMS)



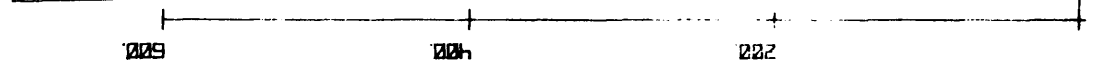
PESETAS

00-10-30

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COSTO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,377995728 \text{ (04)} \\ \hat{b}_1 &= 7,011216745 \text{ (01)} \\ \hat{b}_2 &= 5,313854492 \text{ (-04)} \end{aligned}$$



DISTANCIA  
(KMS)

0 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000

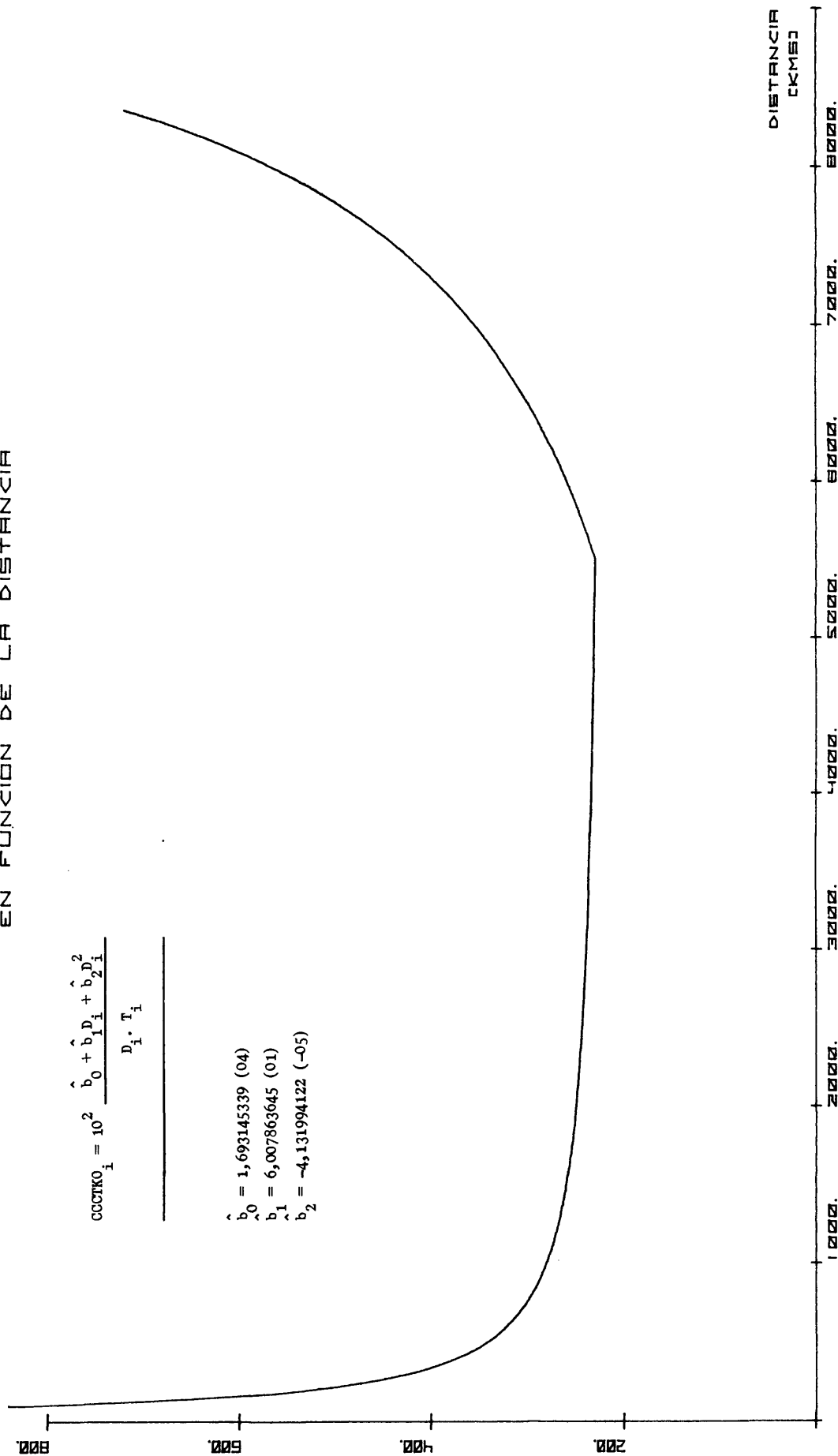
PESETAS

DC-8-63

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COSTO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,693145339 \text{ (04)} \\ \hat{b}_1 &= 6,007863645 \text{ (01)} \\ \hat{b}_2 &= -4,131994122 \text{ (-05)} \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMS

PESETAS

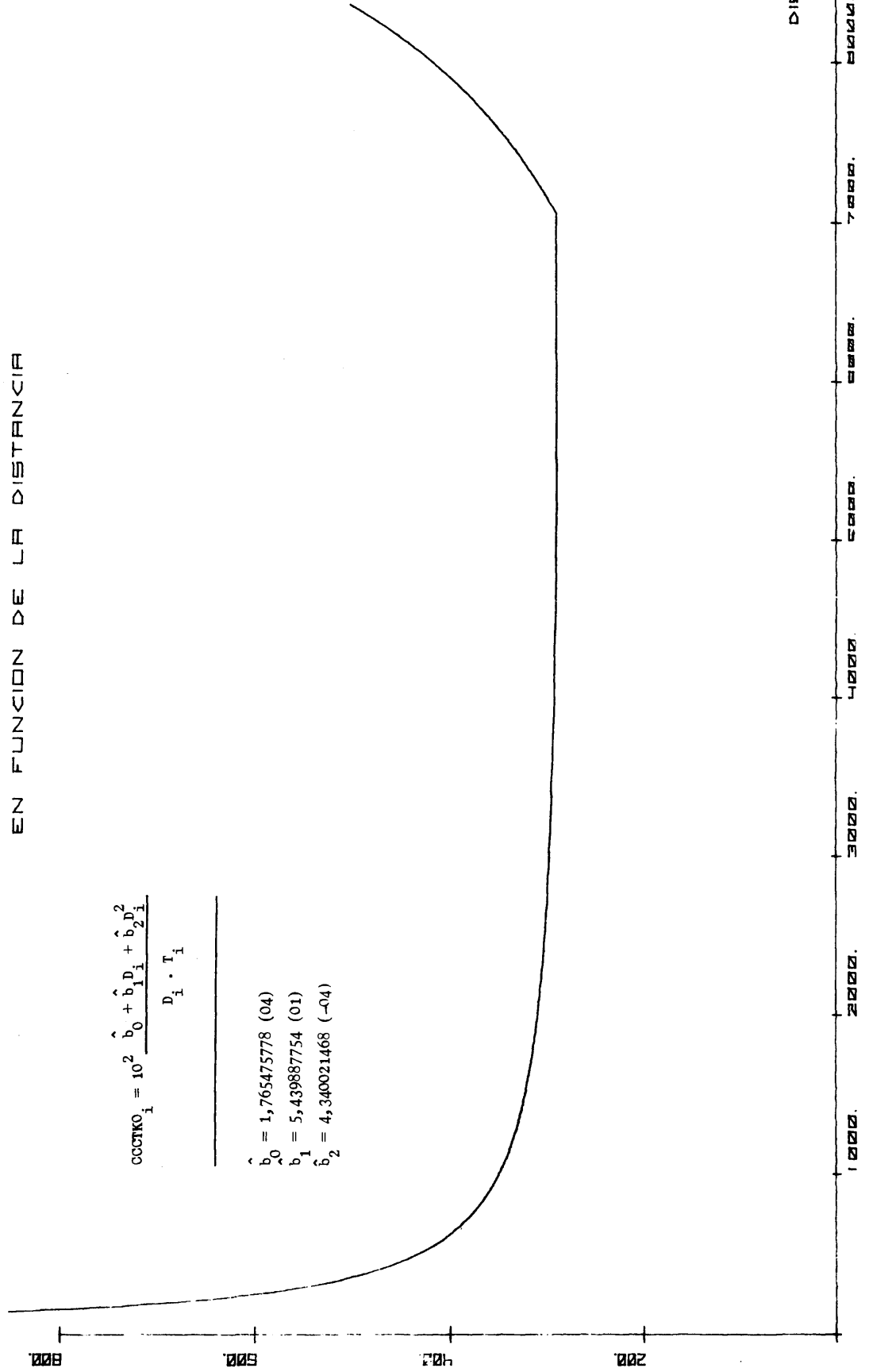
00-0-50

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.O.

EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COSTO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,765475778 \text{ (04)} \\ \hat{b}_1 &= 5,439887754 \text{ (01)} \\ \hat{b}_2 &= 4,340021468 \text{ (-04)} \end{aligned}$$



PESETAS

BOEING-727

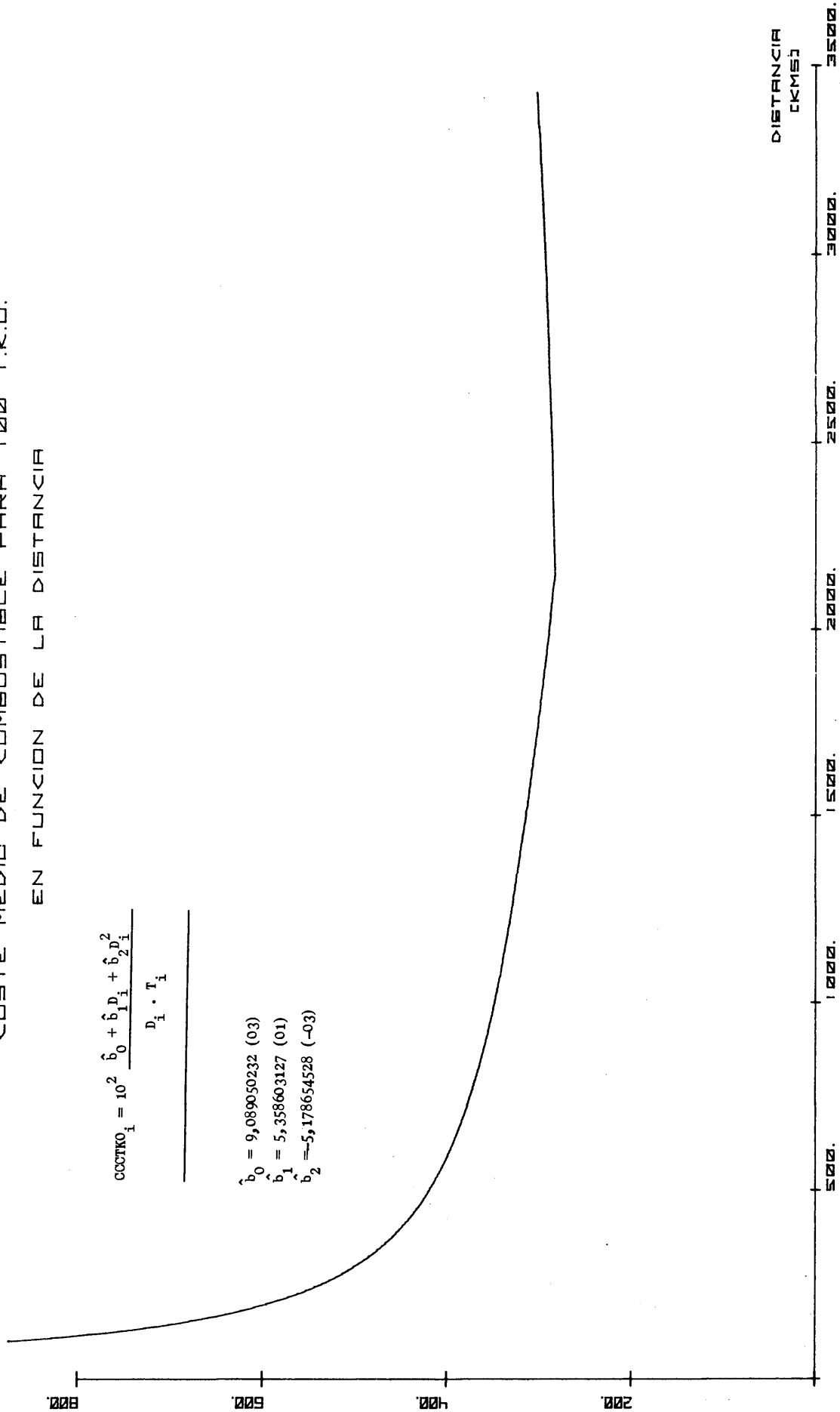
COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COSTO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 9,089050232 \text{ (03)}$$

$$\hat{b}_1 = 5,358603127 \text{ (01)}$$

$$\hat{b}_2 = -5,178654528 \text{ (-03)}$$



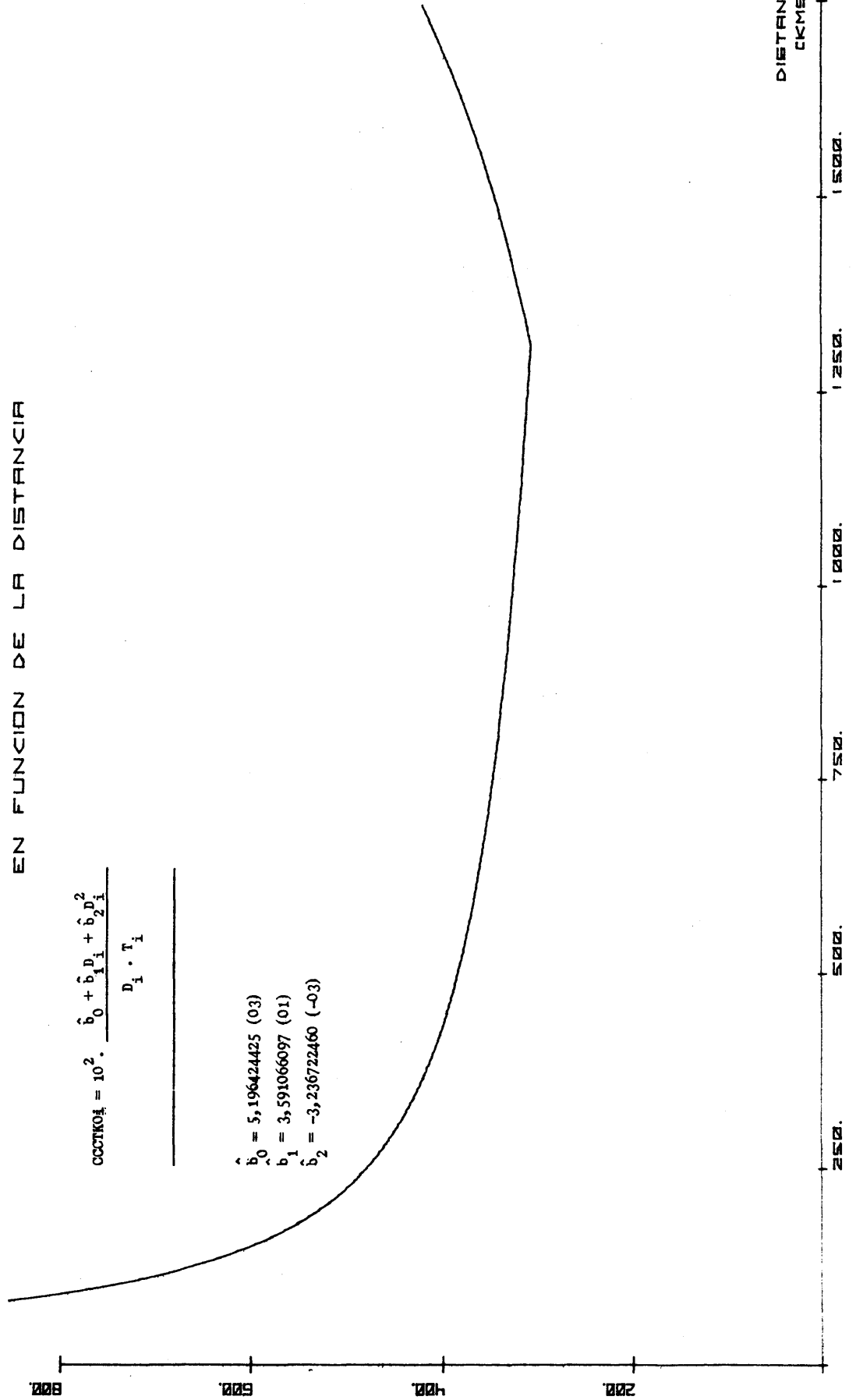
PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE COMBUSTIBLE PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$COSTO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 5,196424425 \text{ (03)} \\ \hat{b}_1 &= 3,591066097 \text{ (01)} \\ \hat{b}_2 &= -3,236722460 \text{ (-03)} \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMES

PESETAS

BOEING-747

COSTE DE AMORTIZACION EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 8,011216951 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 3,89112111 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,574210697 \quad (-.04)$$

40000

30000

20000

10000

DISTANCIA  
(KMS)

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

00-10-30

COSTE DE AMORTIZACION EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 5,558945991 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 2,992267126 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,718533838 \quad (-.04)$$

000000E

000000E

000000E

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

D<-B-63

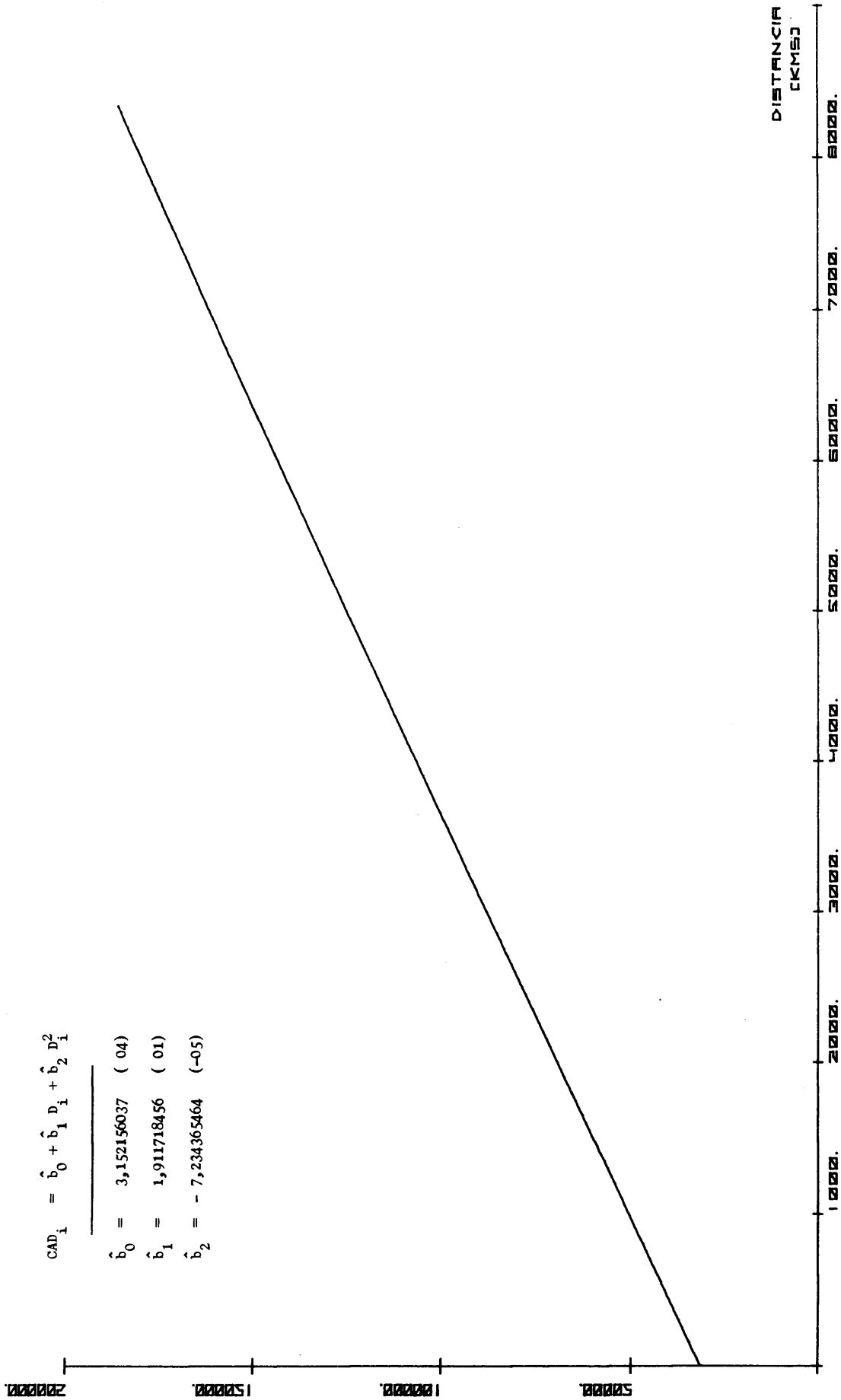
COSTE DE AMORTIZACION EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 3,152156037 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,911718456 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -7,234365464 \quad (-05)$$





PESETAS

DC-B-50

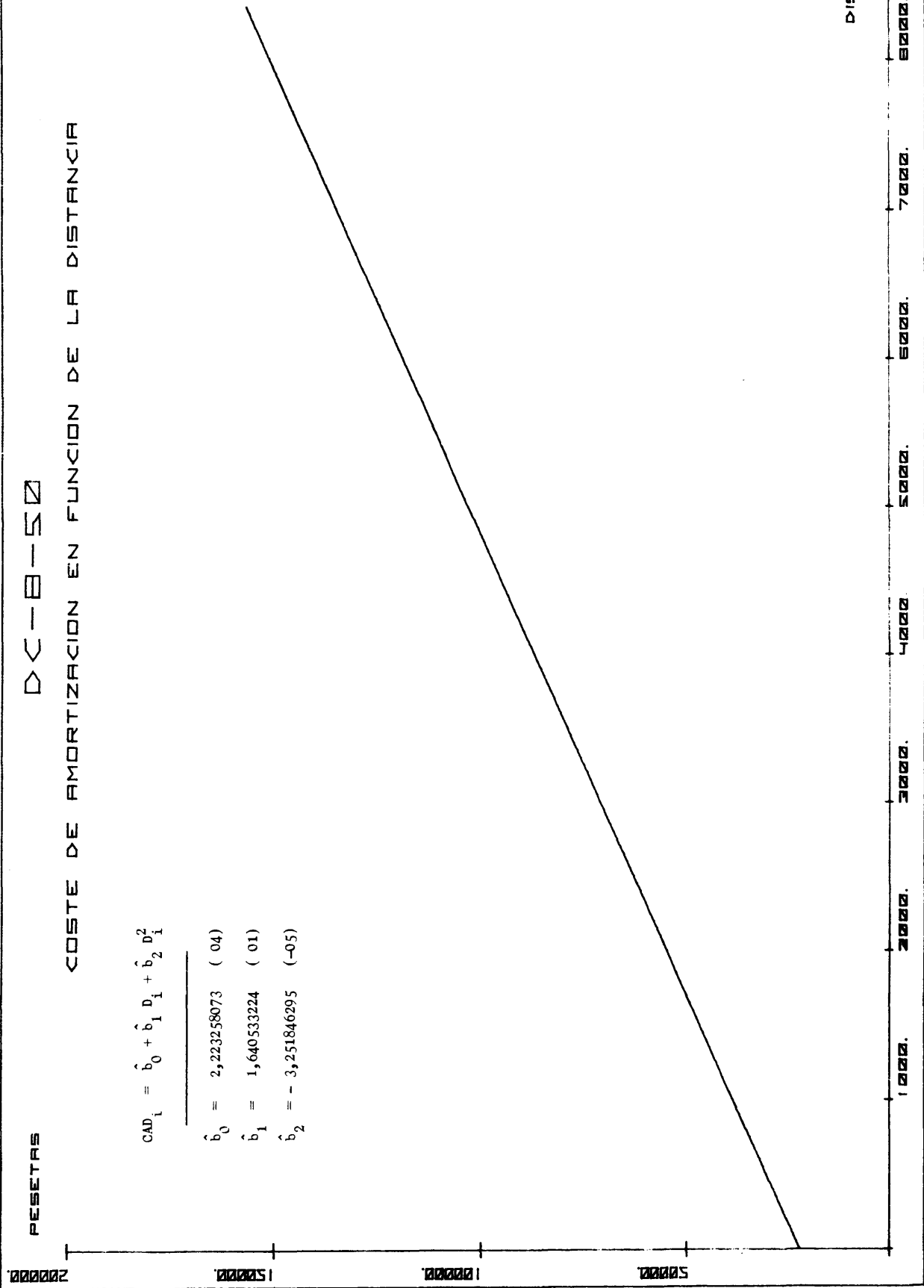
COSTE DE AMORTIZACION EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 2,223258073 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,640533224 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,251846295 \quad (-05)$$



PESETAS

BOEING-727

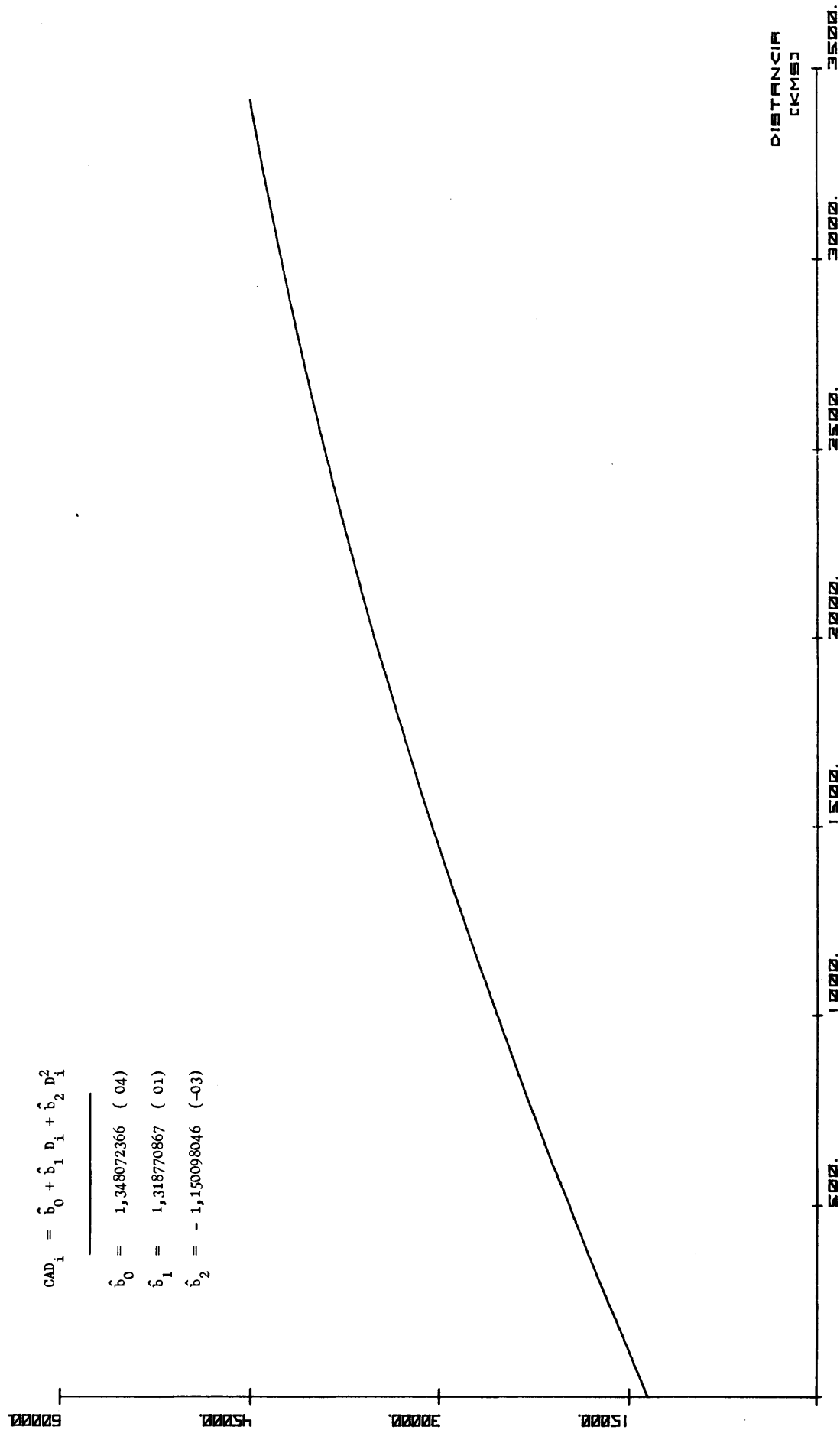
COSTE DE AMORTIZACION EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{AD}_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,348072366 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,318770867 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,150098046 \quad (-.03)$$



PESETAS

COSTE DE AMORTIZACION EN FUNCION DE LA DISTANCIA

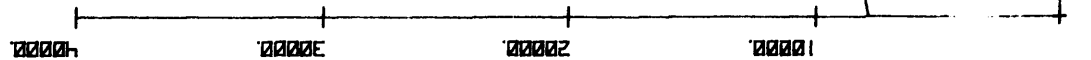
DC-9-30

$$CAD_1 = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2$$

$$\hat{b}_0 = 7,823350472 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 8,840633093 \quad (00)$$

$$\hat{b}_2 = -4,544136468 \quad (-04)$$



PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$\hat{b}_0 = 8,011216951 \quad (.04)$   
 $\hat{b}_1 = 3,891112111 \quad (.01)$   
 $\hat{b}_2 = -3,574210697 \quad (-.04)$

1200 1000 800 600 400 200

DISTANCIA  
CKMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

DC-10-30

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

PESETAS

1200

1000

800

600

400

200

$$CAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 5,558945991 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 2,992267126 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,718533838 \quad (-.04)$$

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

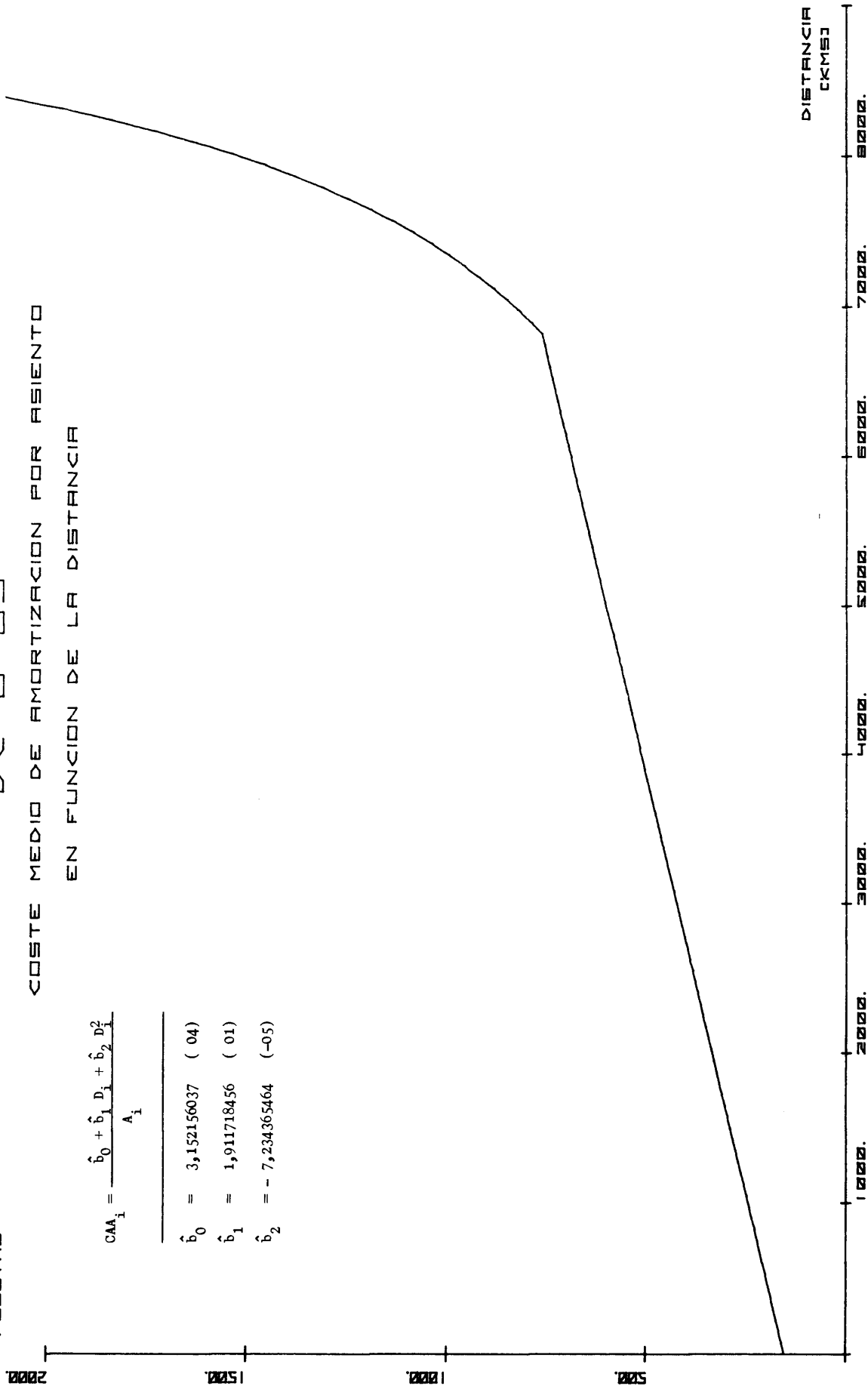
PESETAS

DC-8-53

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

|             |   |               |       |
|-------------|---|---------------|-------|
| $\hat{b}_0$ | = | 3,152156037   | ( 04) |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,911718456   | ( 01) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 7,234365464 | (-05) |



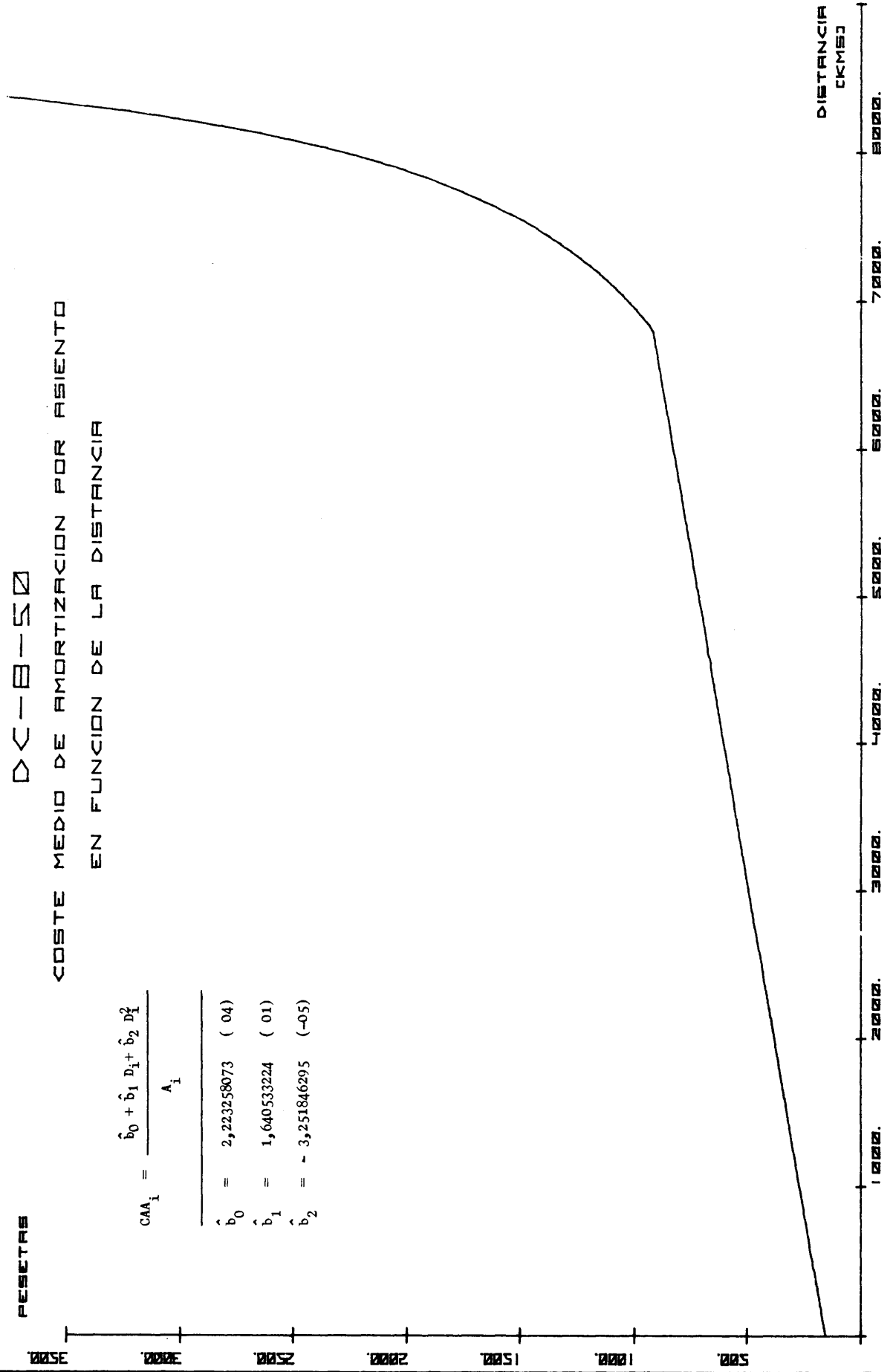
PESETAS

DC-B-50

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAA_1 = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{A_1}$$

|             |   |               |       |
|-------------|---|---------------|-------|
| $\hat{b}_0$ | = | 2,223258073   | ( 04) |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,640532224   | ( 01) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 3,251846295 | (-05) |



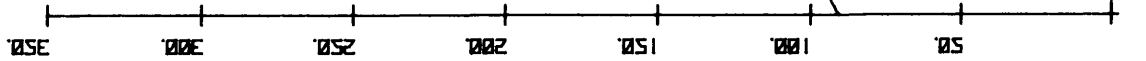
PESETAS

BOEING-727

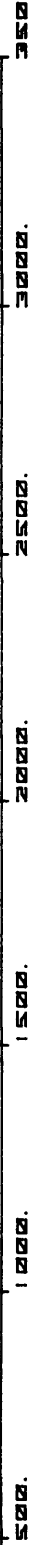
COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

|             |   |               |       |
|-------------|---|---------------|-------|
| $\hat{b}_0$ | = | 1,348072366   | ( 04) |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,318770867   | ( 01) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 1,150098046 | (-03) |



DISTANCIA  
CKMS





PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

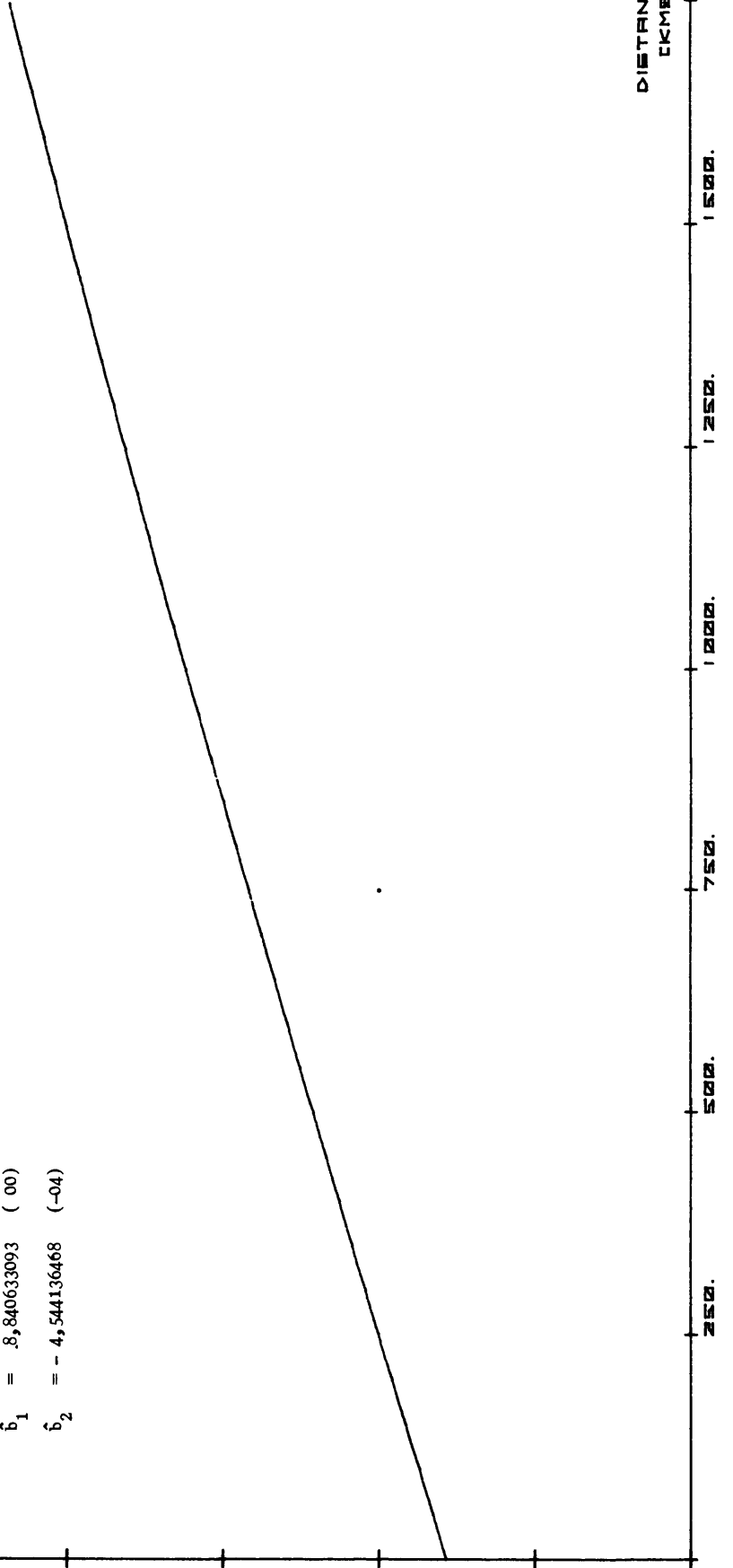
$$CAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 7,823350472 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = .8,840633093 \quad (00)$$

$$\hat{b}_2 = -4,544136468 \quad (-04)$$

300.  
250.  
200.  
150.  
100.  
50.



DISTANCIA  
KMS

1750.  
1500.  
1250.  
1000.  
750.  
500.  
250.

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 8,011216951 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 3,891112111 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -3,574210697 \quad (-04) \end{aligned}$$

14000. 12000. 10000. 8000. 6000. 4000. 2000.

DISTANCIA  
(KMS)

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

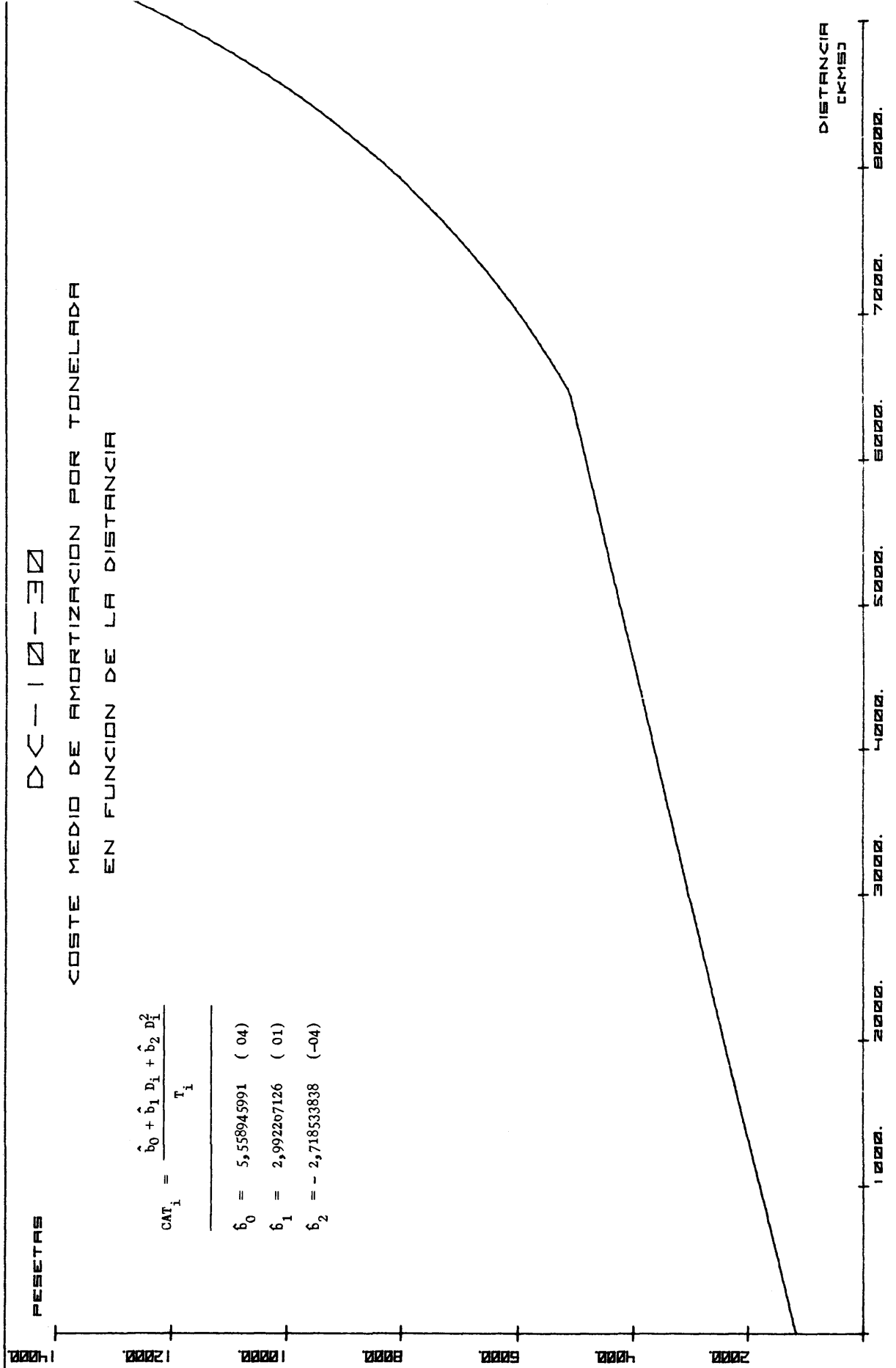
PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAT_1 = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{T_1}$$

- |             |   |               |       |
|-------------|---|---------------|-------|
| $\hat{b}_0$ | = | 5,558945991   | ( 04) |
| $\hat{b}_1$ | = | 2,992207126   | ( 01) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 2,718533838 | (-04) |



DISTANCIA  
KMES

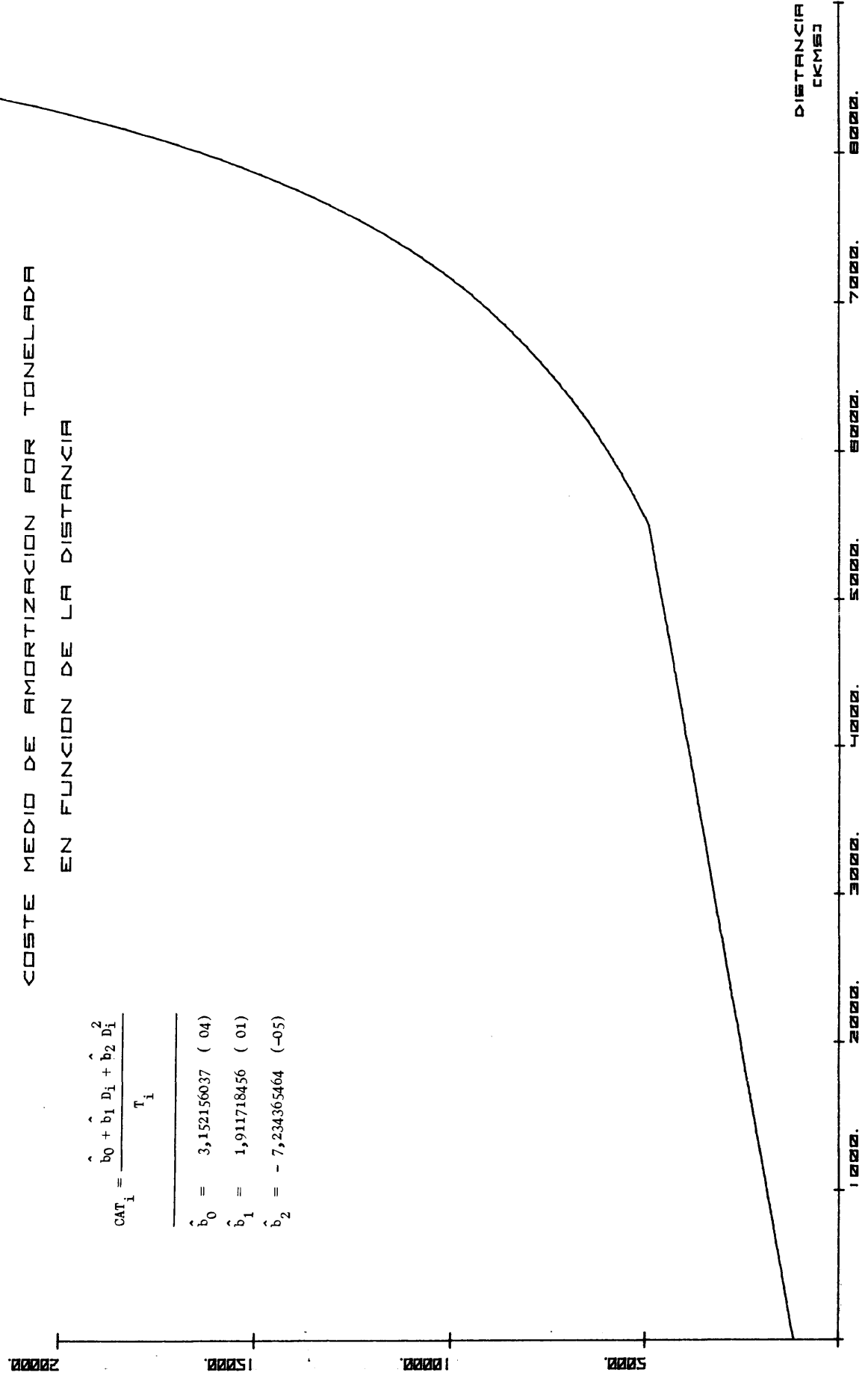
PESETAS

DC-8-53

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

|             |   |               |       |
|-------------|---|---------------|-------|
| $\hat{b}_0$ | = | 3,152156037   | ( 04) |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,911718456   | ( 01) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 7,234365464 | (-05) |



PESETAS

DC-B-50

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR TUNELHADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 2,223258073 \quad (.04)$$

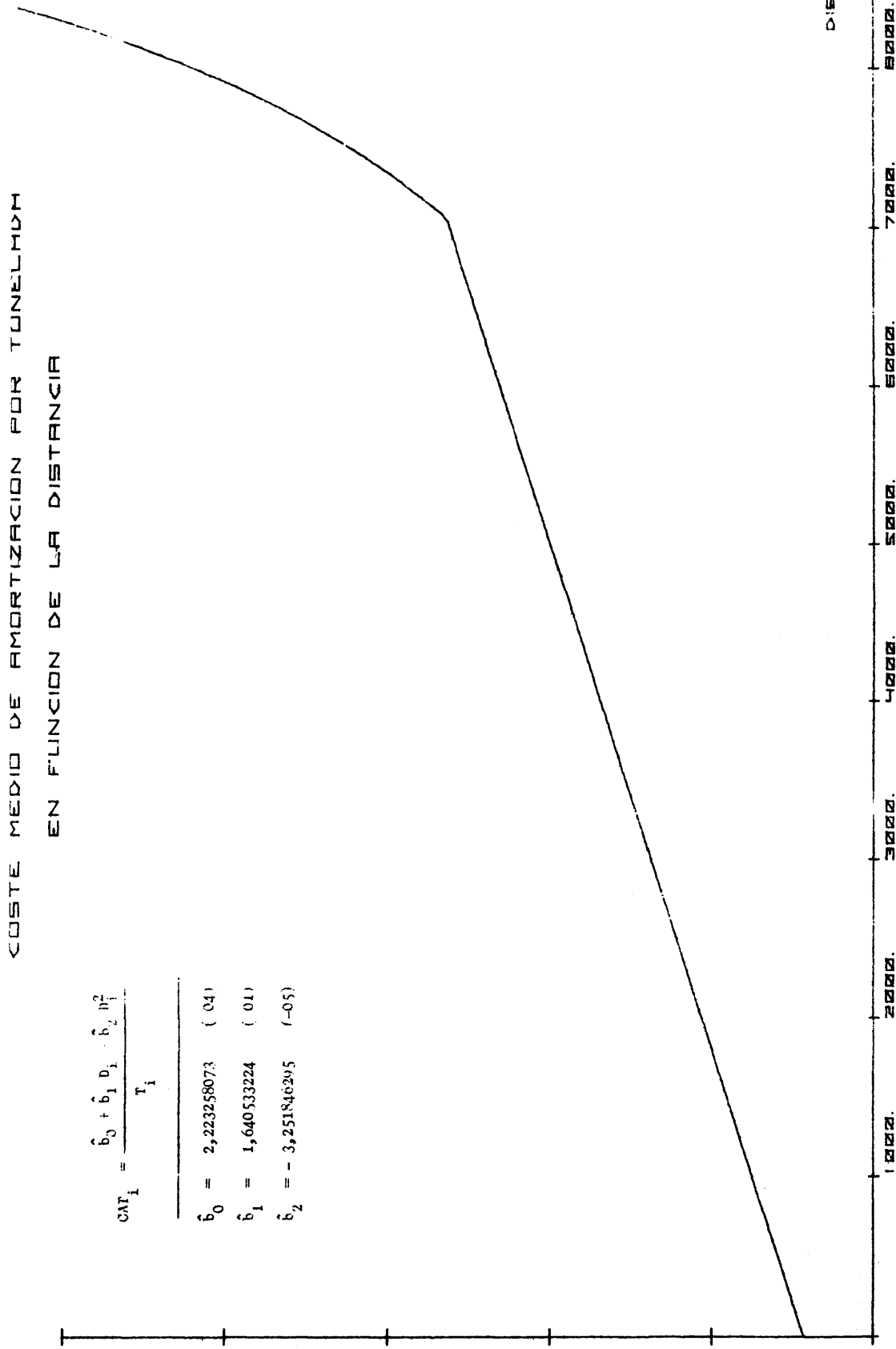
$$\hat{b}_1 = 1,640533224 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,251846295 \quad (-.05)$$

12500  
10000  
7500  
5000  
2500

DISTANCIA  
(KMS)

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.



PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

|             |   |              |        |
|-------------|---|--------------|--------|
| $\hat{b}_0$ | = | 1,348072366  | (.04)  |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,318770867  | (.01)  |
| $\hat{b}_2$ | = | -1,150098046 | (-.03) |

DISTANCIA  
KMS

500. 1000. 1500. 2000. 2500. 3000. 3500.

1000 1500 2000 2500 3000 3500

GRAFICO: C-3-48

PESETAS

00-9-30

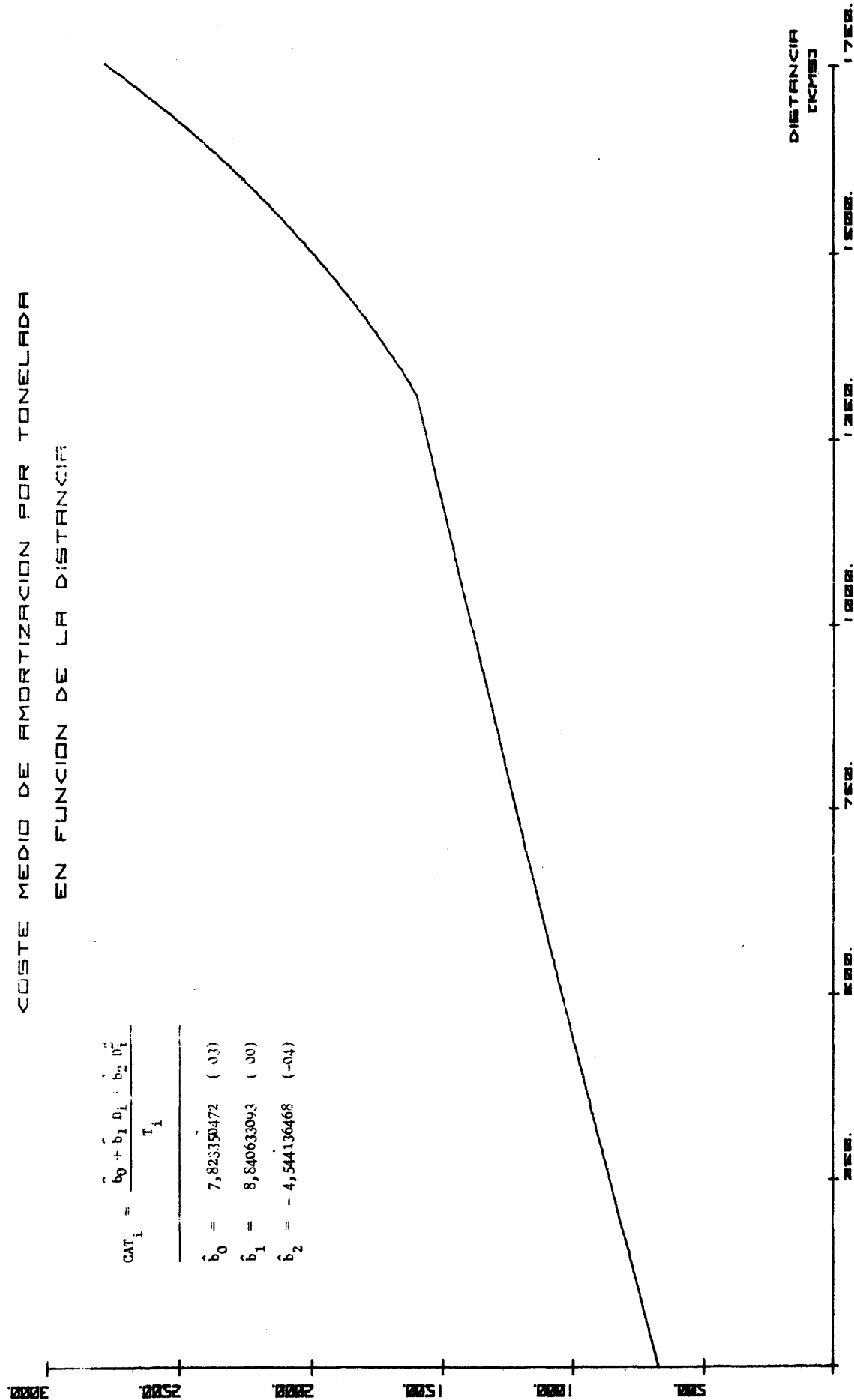
COSTE MEDIO DE AMORTIZACION POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAT_1 = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{T_1}$$

$$\hat{b}_0 = 7,82350472 \quad (0.3)$$

$$\hat{b}_1 = 8,840633093 \quad (00)$$

$$\hat{b}_2 = -4,544136468 \quad (-0.4)$$



DISTANCIA  
EN KMS

PESETAS

BOEING-747

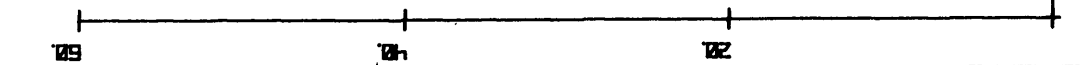
COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 A.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 8,011216951 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 3,891112111 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,574210697 \quad (-.04)$$



DISTANCIA  
CKMS



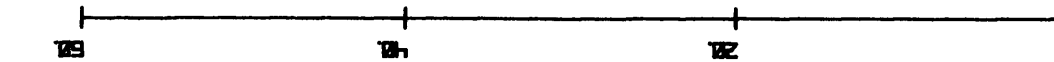
PESETAS

▷◁-10-30

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 A.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAAKO_1 = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 5,558945991 \quad (.04)$   
 $\hat{b}_1 = 2,992267126 \quad (.01)$   
 $\hat{b}_2 = -1,718533838 \quad (-.04)$



DISTANCIA  
Kilometros

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PEREYAS

DC-B-63

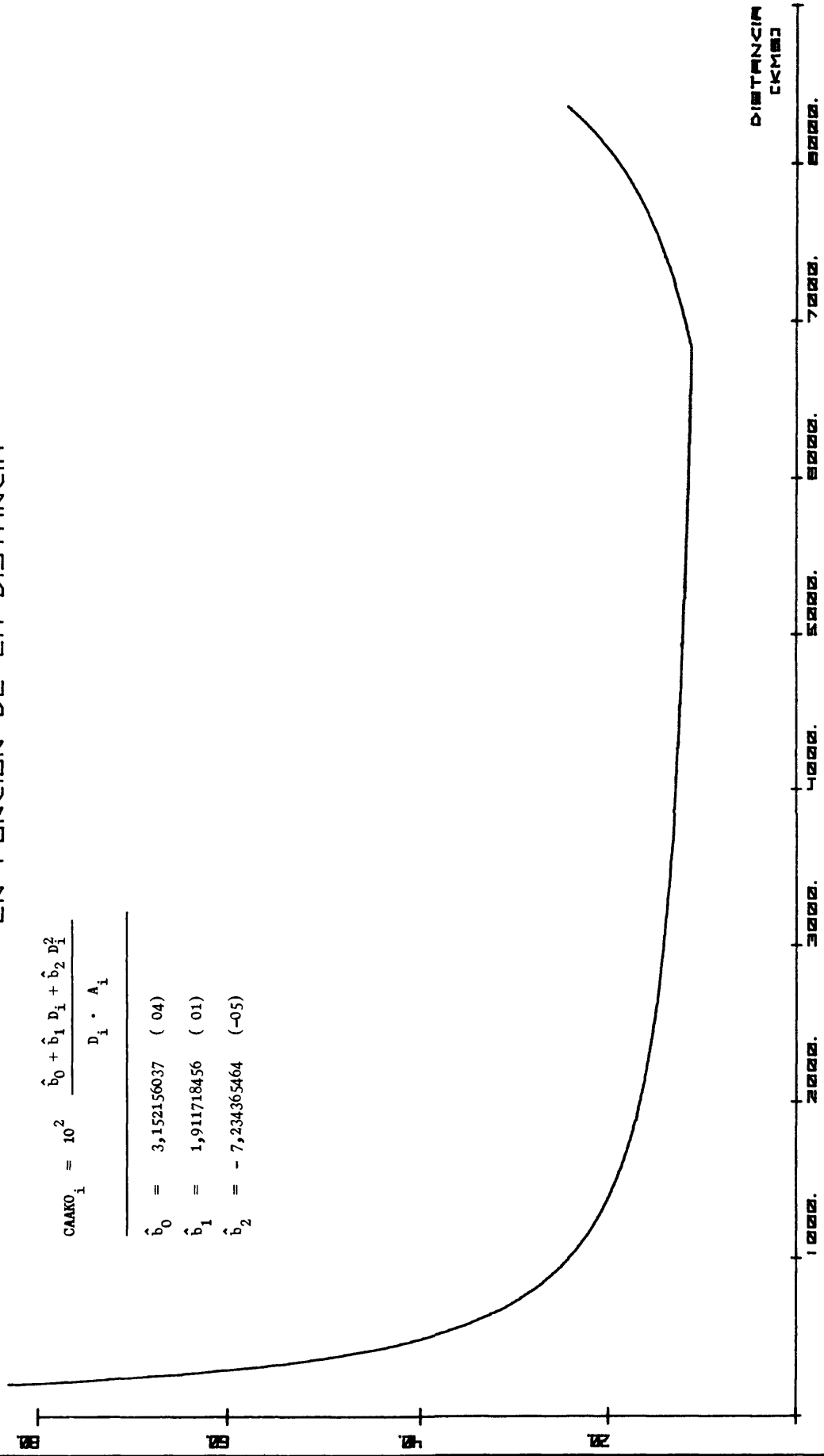
COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 A.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 3,152156037 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,911718456 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -7,234365464 \quad (-.05)$$



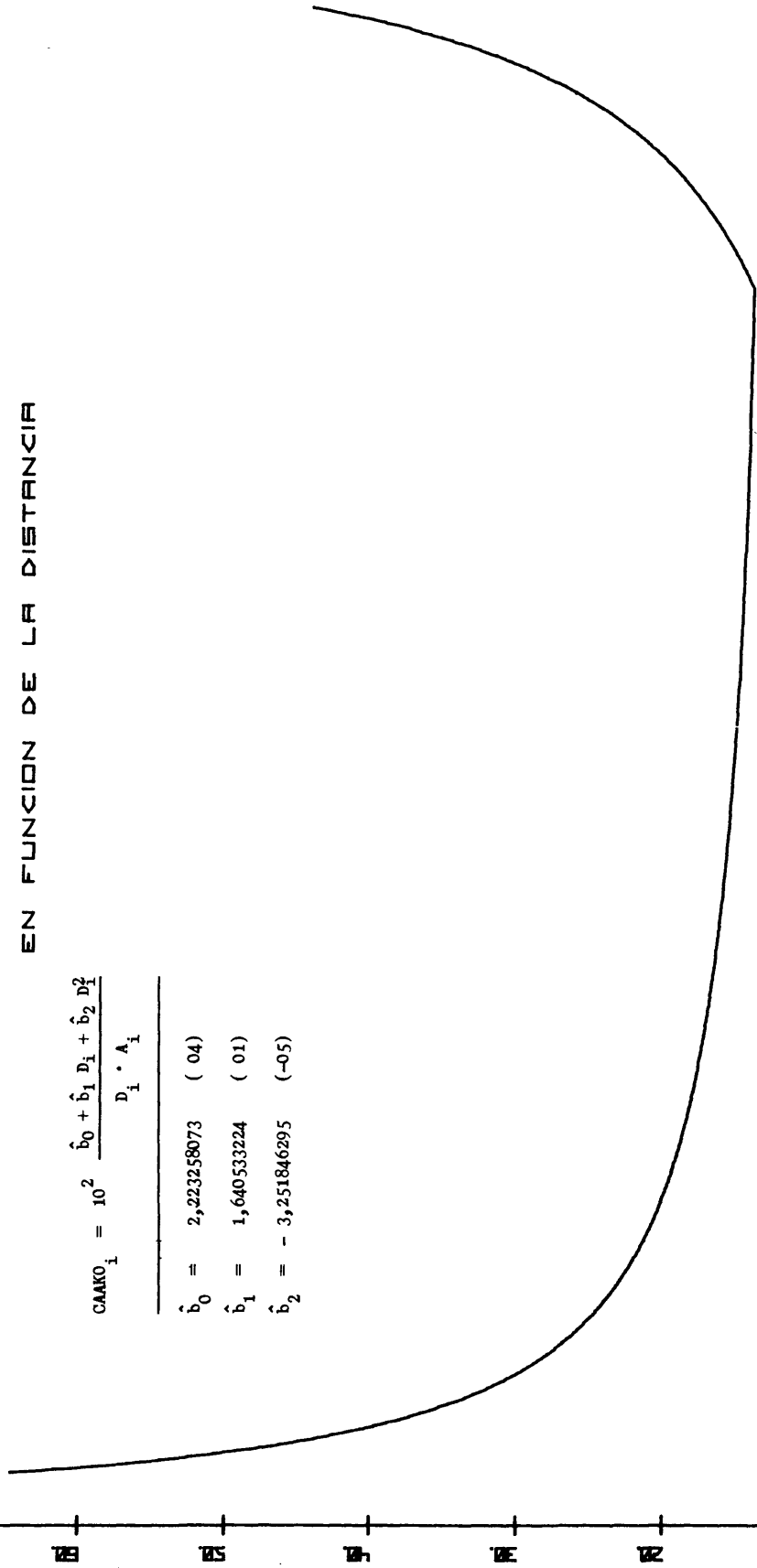
PESETAS

DC-8-50

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 A.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 2,223258073 \quad (.04)$
- $\hat{b}_1 = 1,640533224 \quad (.01)$
- $\hat{b}_2 = -3,251846295 \quad (-.05)$



DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

CUADRO: C-3-12

ESTIMACION MINIMO CUADRATICA DE LA FUNCION COSTE DE TRIPULACION TECNICA

| ESTIMACION DE LOS PARAMETROS |                     |
|------------------------------|---------------------|
| $\hat{b}_0 =$                | 7,613692787 ( 03)   |
| $\hat{b}_1 =$                | 2,041949058 ( 01)   |
| $\hat{b}_2 =$                | - 1,236783845 (-03) |
| $\hat{s}^2 =$                | 3,598879491 ( 05)   |

| MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS DE LOS ESTIMADORES |                   |                     |                     |
|--|-------------------|---------------------|---------------------|
|  | 6,113001712 ( 03) | - 7,092503996 ( 00) | 1,718134865 (-03)   |
| -  | 7,092503996 ( 00) | 1,036543589 (-02)   | - 2,771470187 (-06) |
|  | 1,718134865 (-03) | - 2,771470187 (-06) | 7,851190331 (-10)   |

| COEFICIENTES DE DETERMINACION SIMPLES, PARCIALES Y MULTIPLE |                   |                |                   |
|---|-------------------|----------------|-------------------|
| $r_{y1}^2 =$  | 9,941338944 (-01) | $r_{y2}^2 =$   | 9,081789531 (-01) |
| $r_{y1.2}^2 =$  | 9,837611560 (-01) | $r_{y2.1}^2 =$ | 7,458164288 (-01) |

$$\hat{TV}_1 = 7,613692787 (03) + 2,041949058 (01) D_1 - 1,236783845 (-03) D_1^2$$

$$\hat{Sb}_0 = 7,818568739 (01) \hat{Sb}_1 = 1,018107847 (-01) \hat{Sb}_2 = 2,801997561 (-05)$$

Tamaño de la Muestra : n = 667

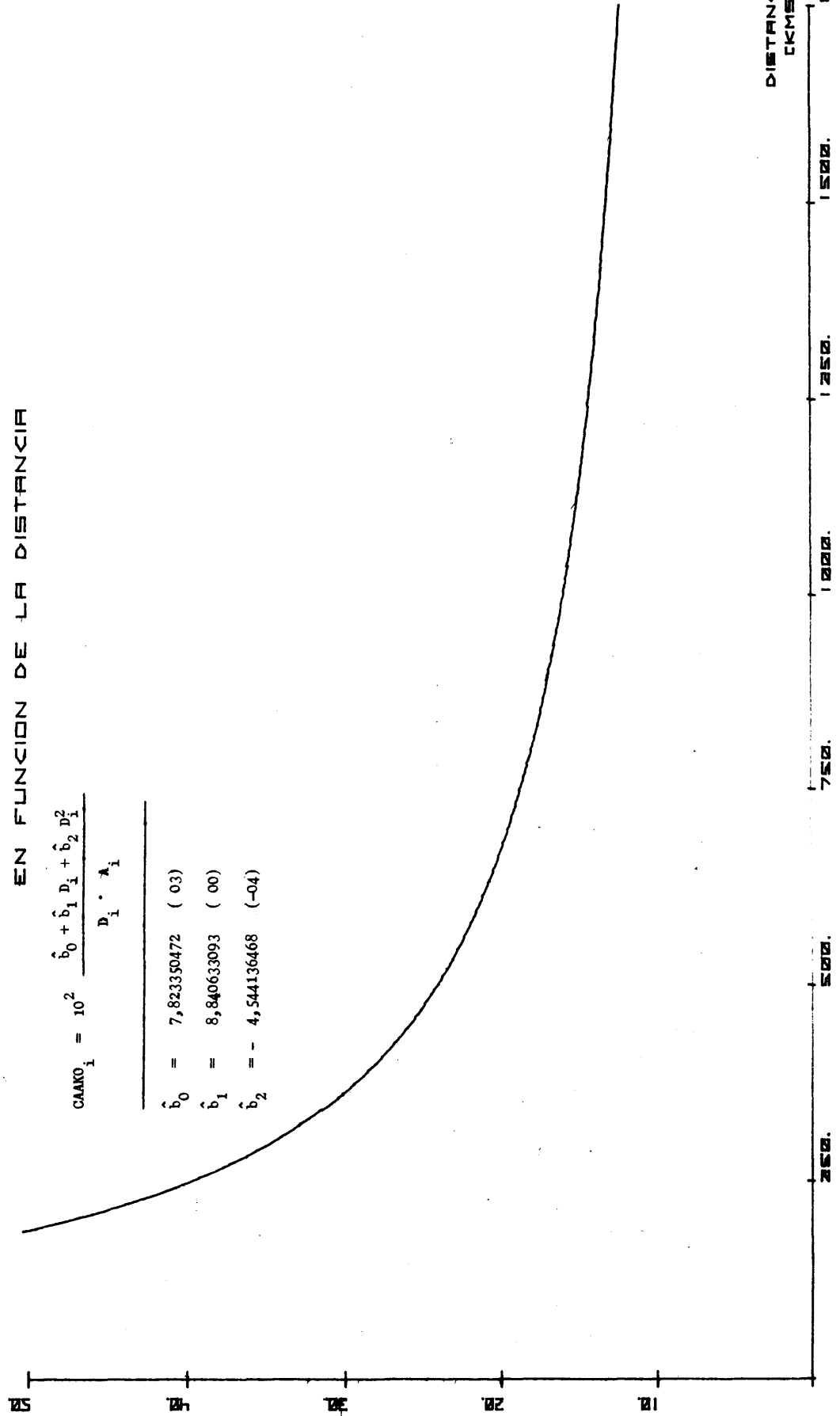
PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 P.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CAAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

|             |   |               |       |
|-------------|---|---------------|-------|
| $\hat{b}_0$ | = | 7,823350472   | ( 03) |
| $\hat{b}_1$ | = | 8,840633093   | ( 00) |
| $\hat{b}_2$ | = | - 4,544136468 | (-04) |



RESERVAS

BOEING-747

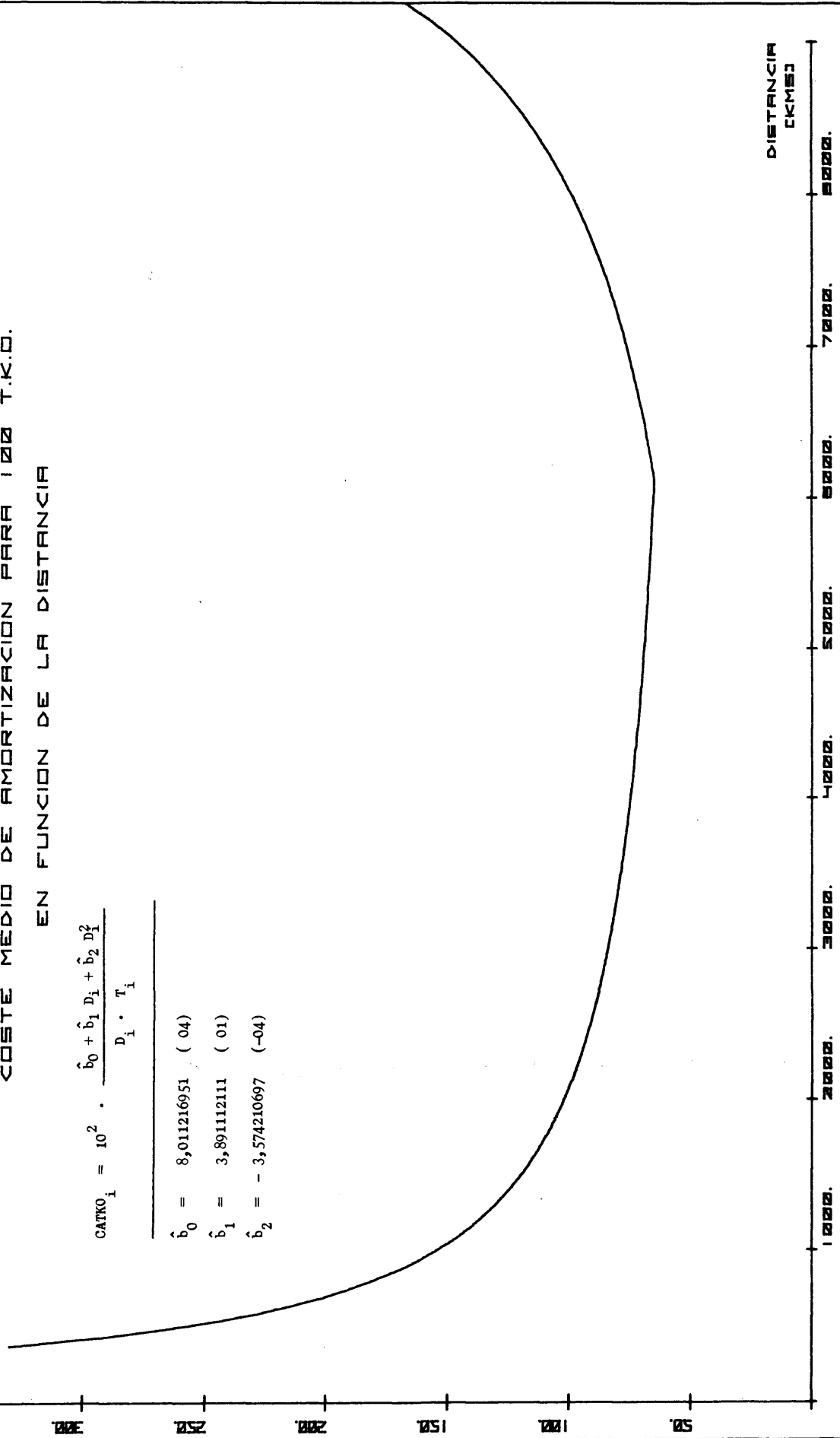
COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CATKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 8,011216951 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 3,891112111 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,574210697 \quad (-.04)$$



DISTANCIA  
CKMS

PESETAS

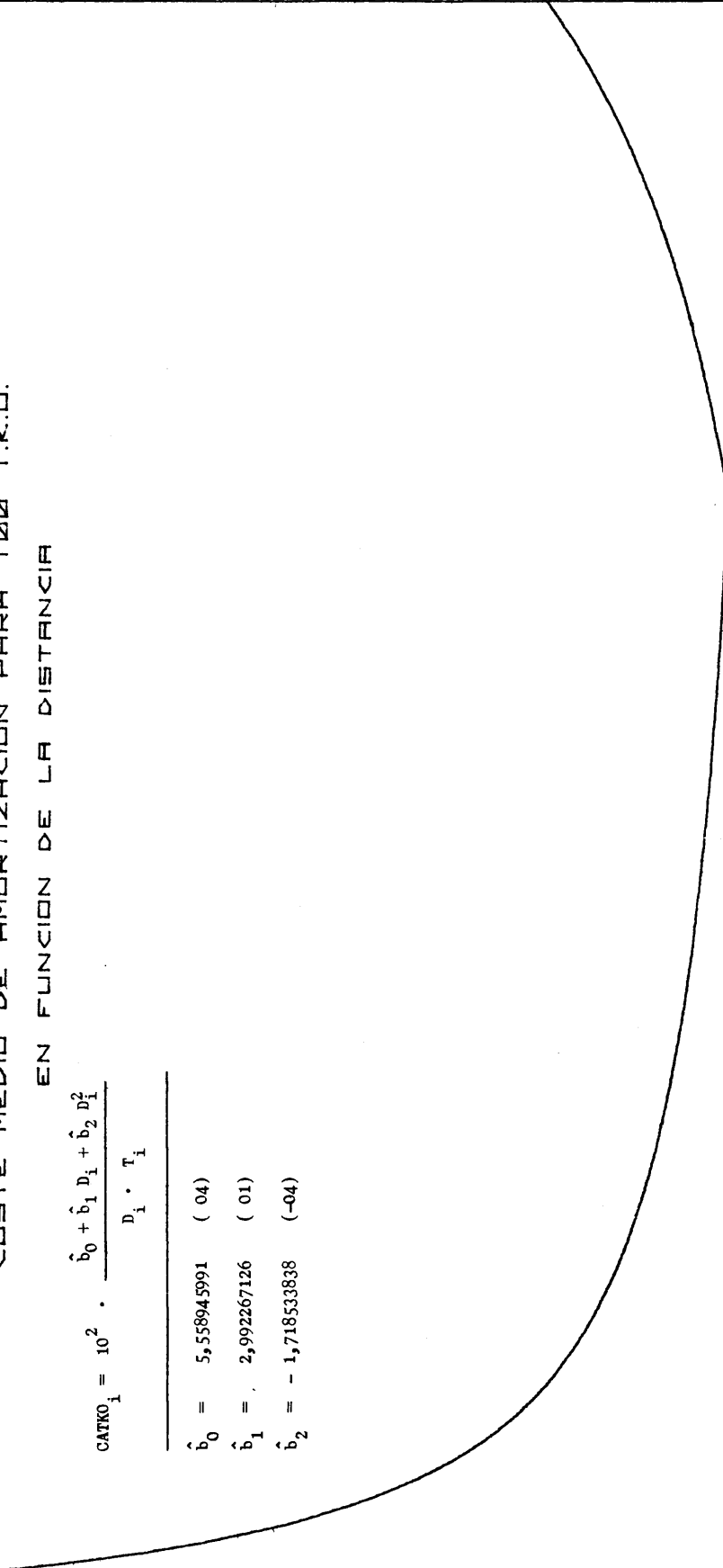
DC-10-30

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CATKO_1 = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

- |               |              |       |
|---------------|--------------|-------|
| $\hat{b}_0 =$ | 5,558945991  | ( 04) |
| $\hat{b}_1 =$ | 2,992267126  | ( 01) |
| $\hat{b}_2 =$ | -1,718533838 | (-04) |

100  
150  
200  
250  
300



DISTANCIA  
CKMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

DC-B-63

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 T.K.O.

EN FUNCION DE LA DISTANCIA

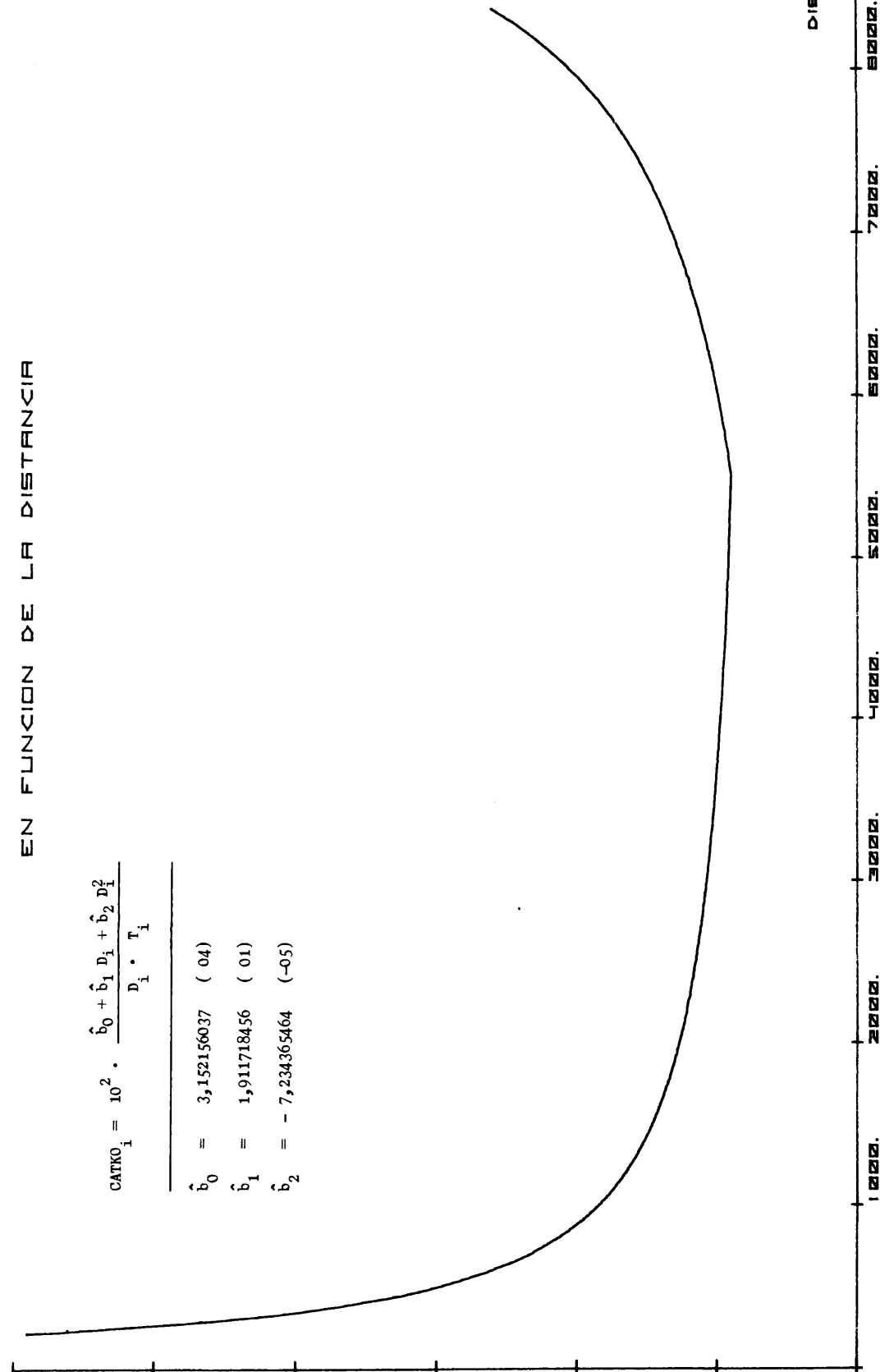
$$CATKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 3,152156037 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,911718456 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -7,234365464 \quad (-.05)$$

500 400 300 200 100



DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.



PEREJETA

D<-B-50

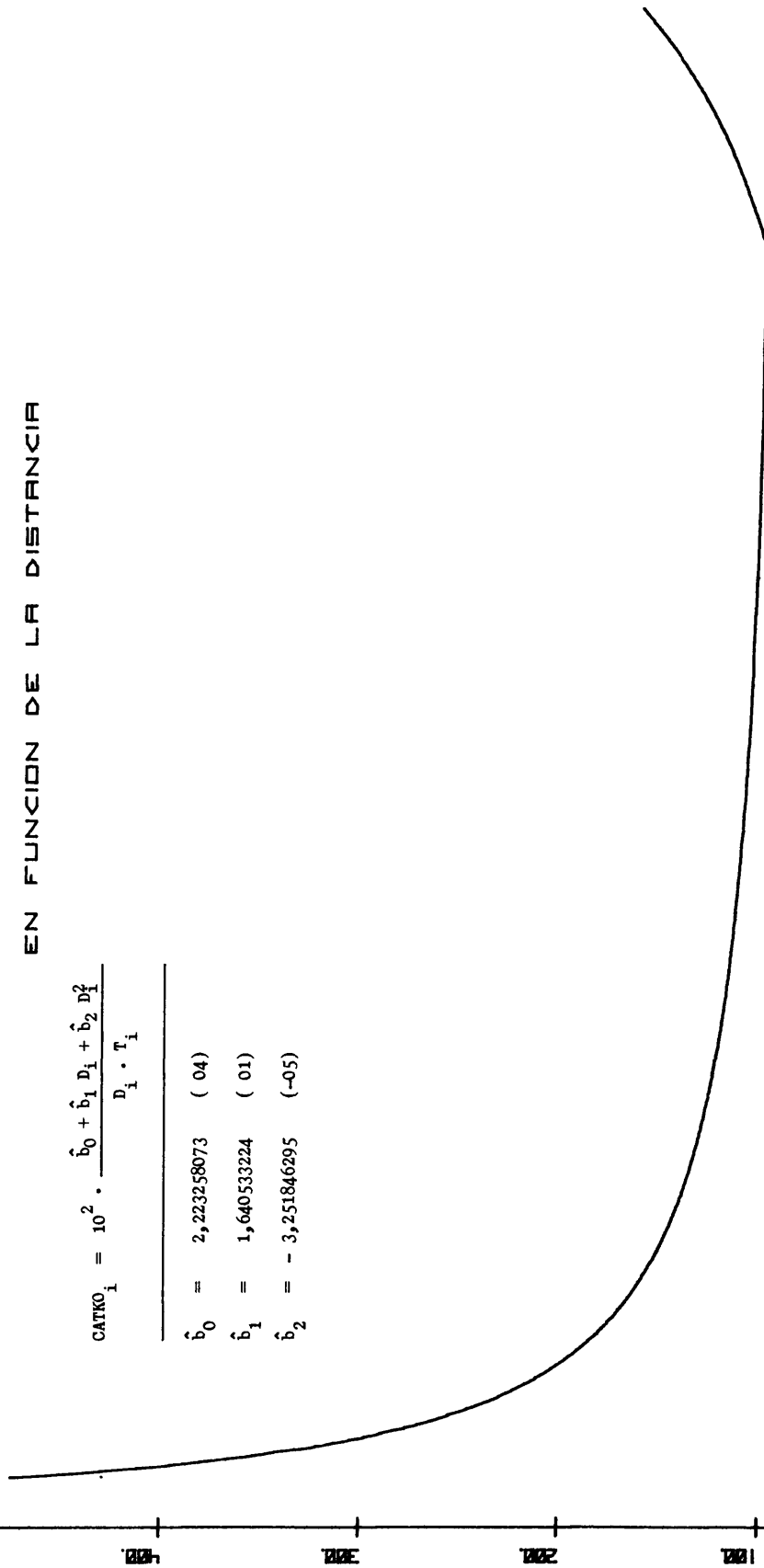
COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CATKO_1 = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 2,223258073 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,640533224 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,251846295 \quad (-.05)$$



DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CATKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 1,348072366 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 1,318770867 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,150098046 \quad (-03)$$

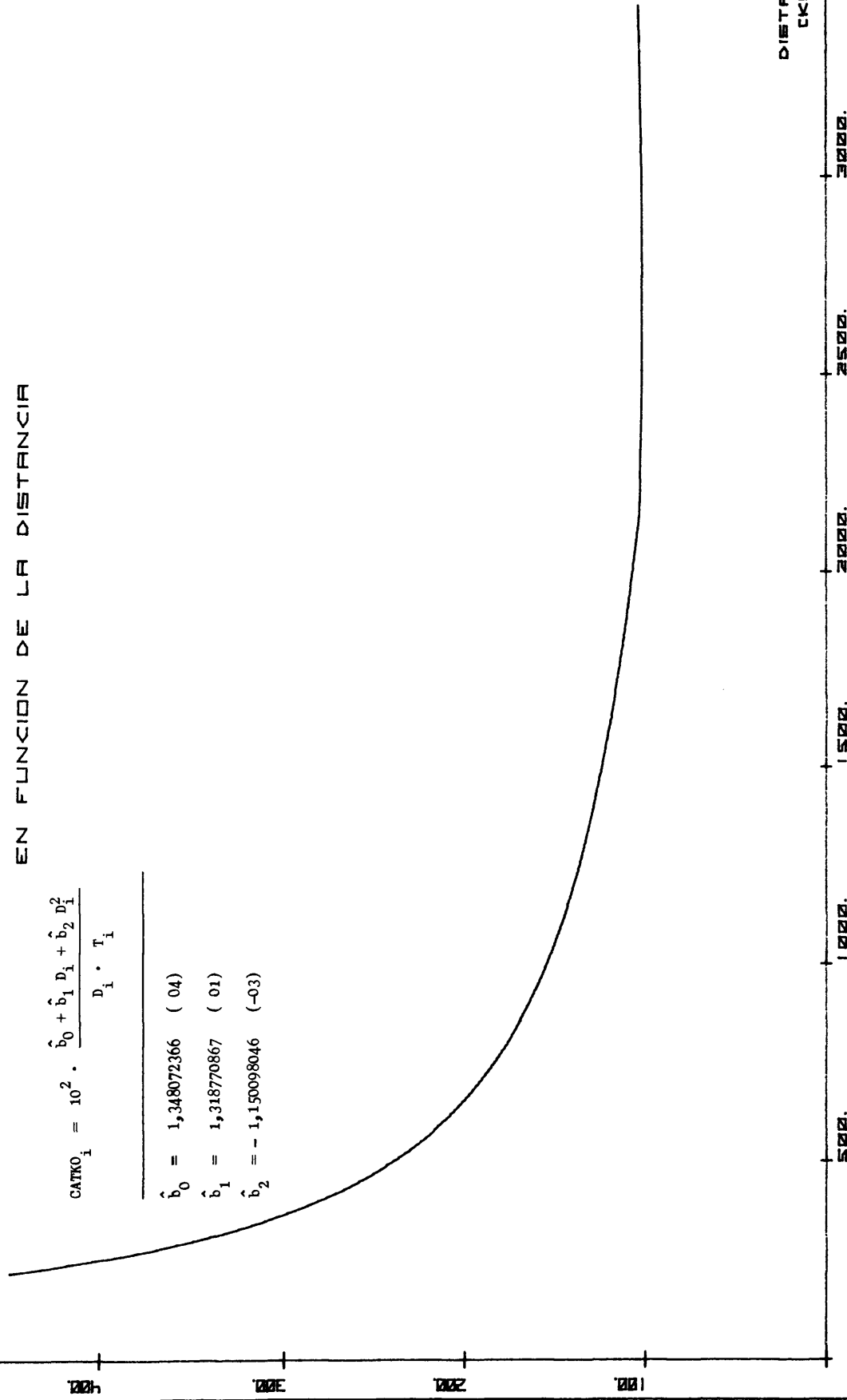


GRAFICO: C-3-60

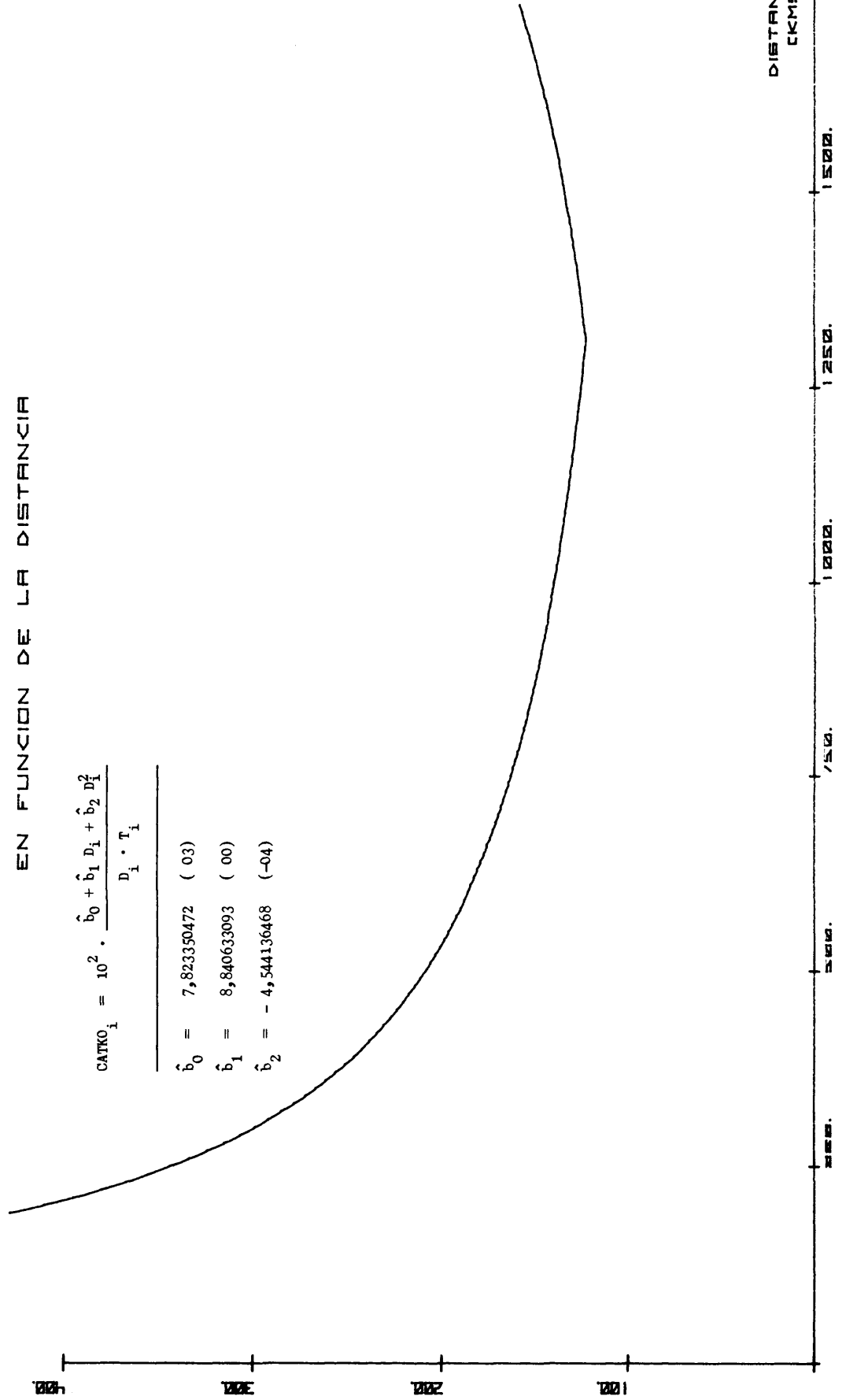
PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE AMORTIZACION PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CATKO_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 7,823350472 \quad (.03) \\ \hat{b}_1 &= 8,840633093 \quad (.00) \\ \hat{b}_2 &= -4,544136468 \quad (-.04) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMBS

PESETAS

BOEING-747

COSTE DE TRIPULACION TECNICA EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,213336798 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 2,170986727 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,495576883 \quad (-.05)$$

25000

20000

15000

10000

5000

DISTANCIA  
KMS

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

8000

GRAFICO: G-3-62

PESETAS

DC-10-30

# COSTE DE TRIPULACION TECNICA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,002542831 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 2,064872106 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 7,516664291 \quad (-06)$$

20000

15000

10000

5000

DISTANCIA  
CKMS

1000

2000

3000

4000

5000

6000

7000

8000

PESETAS

DC-B-63

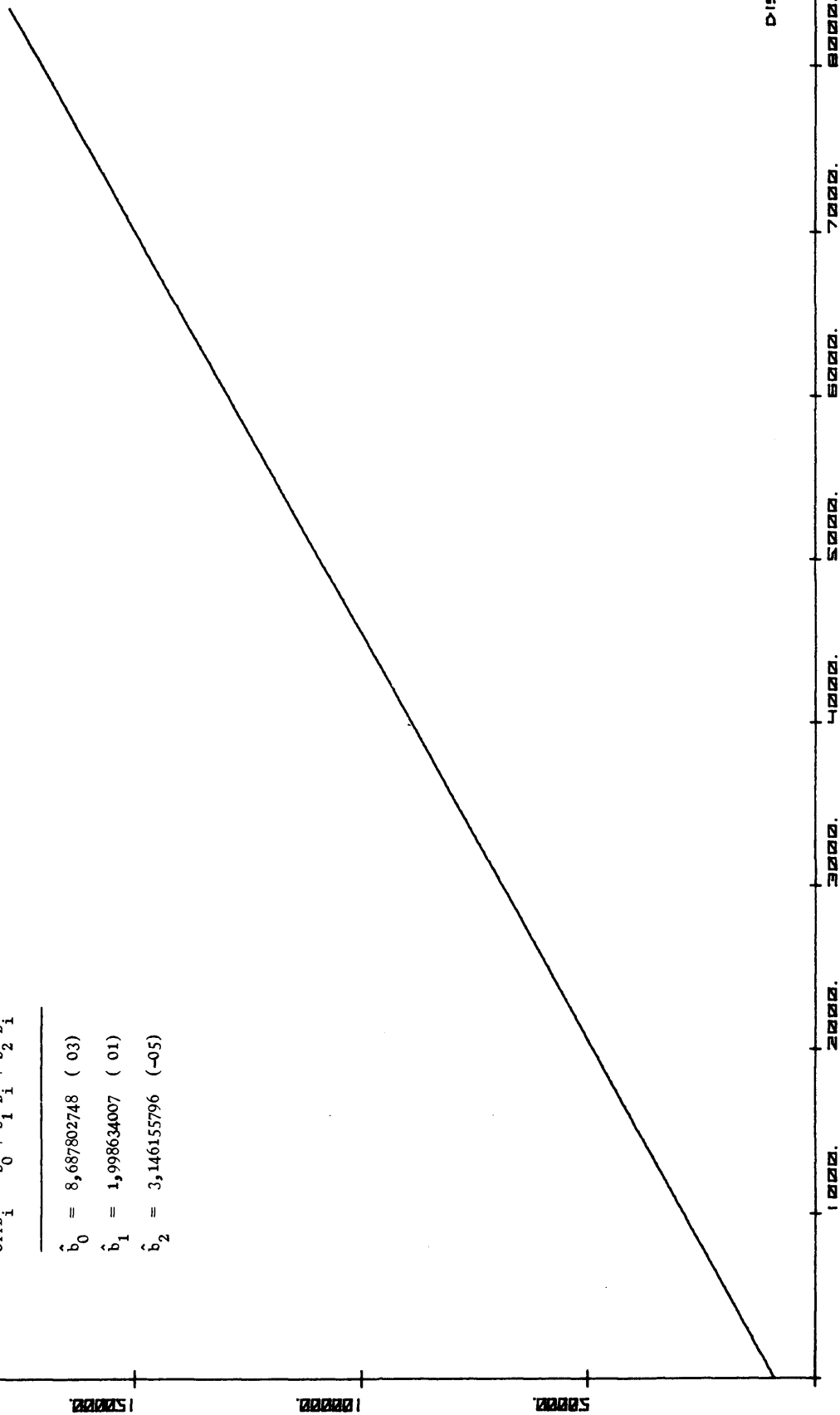
# COSTE DE TRIPULACION TECNICA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

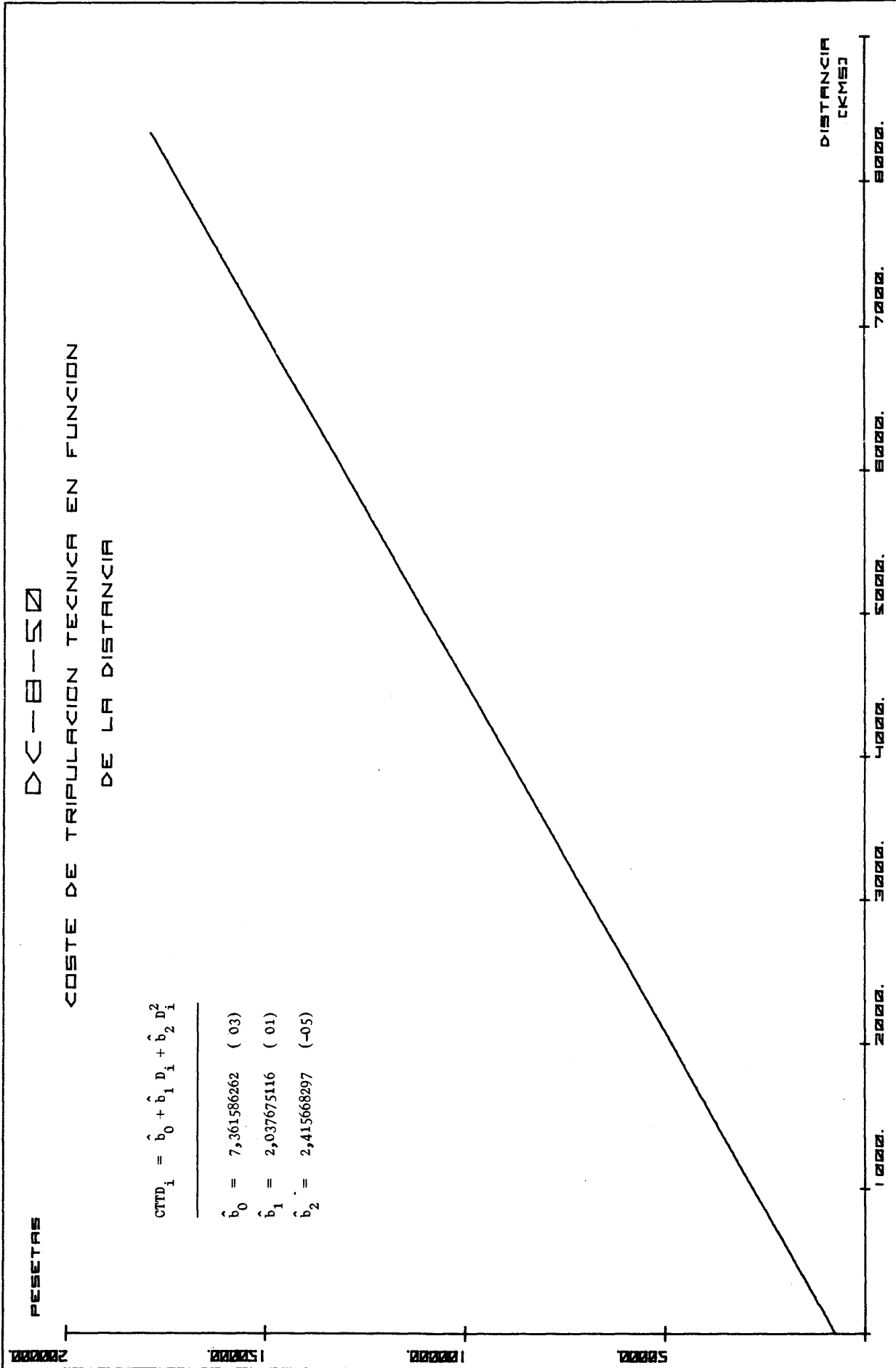
$$\hat{b}_0 = 8,687802748 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,998634007 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 3,146155796 \quad (-05)$$



DISTANCIA  
(KMS)



PESETAS

BOEING-727

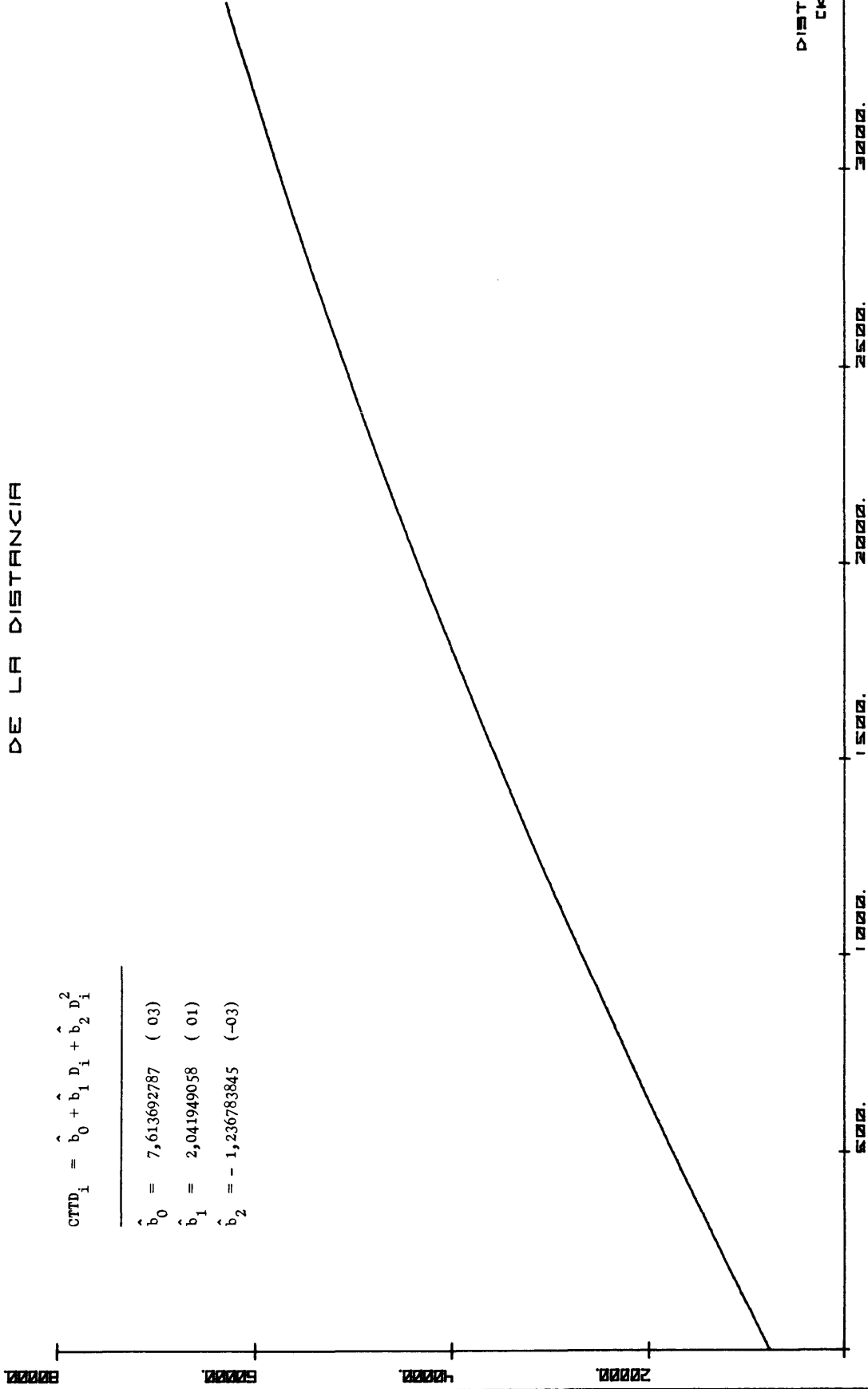
COSTE DE TRIPULACION TECNICA EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 7,613692787 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,041949058 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,236783845 \quad (-03)$$



DISTANCIA  
KMES



GRAFICO: 0-3-66

PESETAS

DC-9-30

COSTE DE TRIPULACION TECNICA EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 5,496233632 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,177199344 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 1,070377464 \quad (-03)$$

10000

20000

30000

40000

DISTANCIA  
CKMS

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 1,213336798 \quad (.04)$   
 $\hat{b}_1 = 2,170986727 \quad (.01)$   
 $\hat{b}_2 = -3,495576883 \quad (-.05)$

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

900  
800  
700  
600  
500  
400  
300  
200  
100

PESETAS

00-10-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,002542831 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 2,064872106 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 7,516664291 \quad (-06) \end{aligned}$$

900

800

700

600

500

400

300

200

100

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

DC-B-53

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 8,687802748 \quad (03)$   
 $\hat{b}_1 = 1,998634007 \quad (01)$   
 $\hat{b}_2 = 3,146155796 \quad (-05)$

2000

1500

1000

500

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

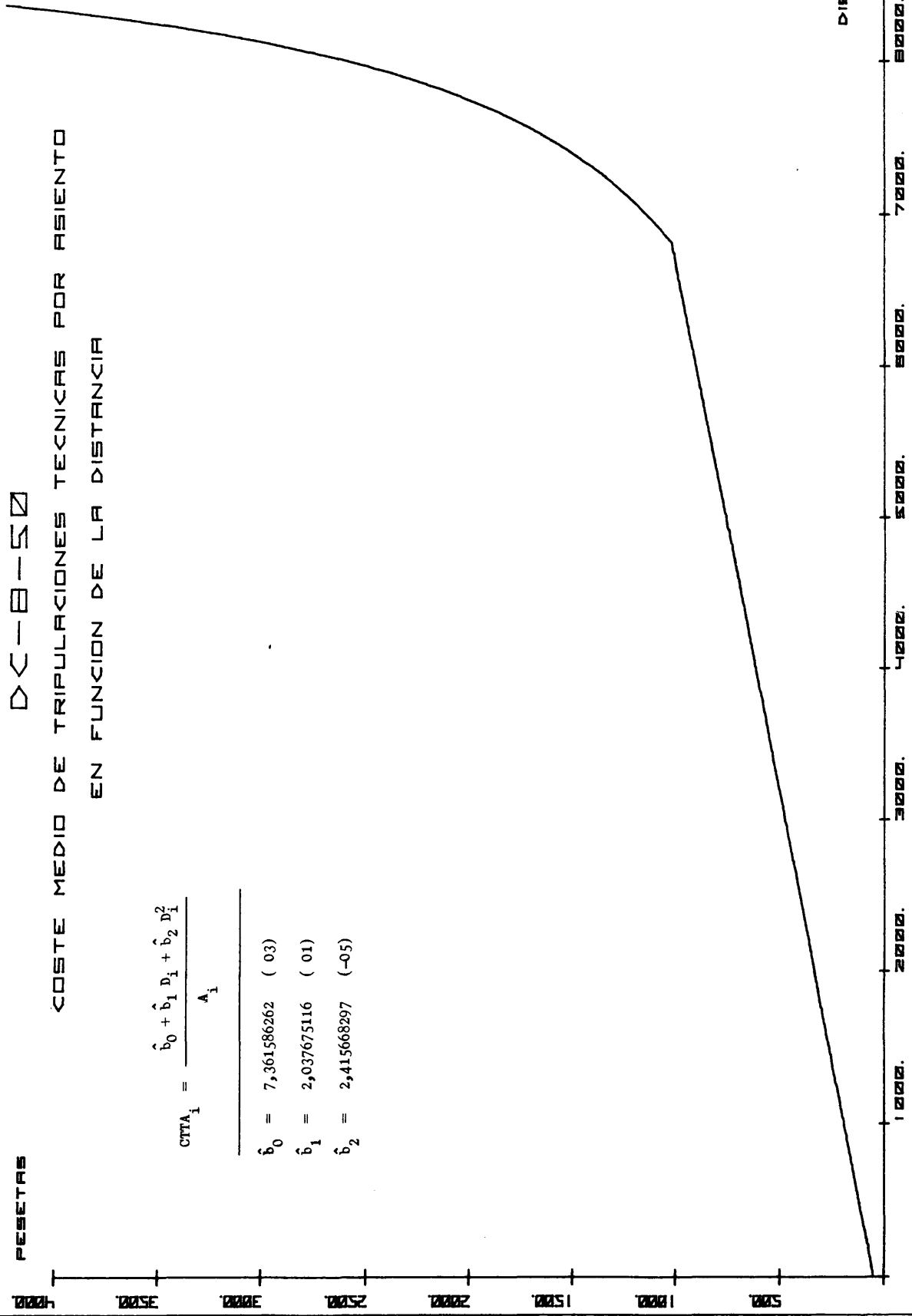
8000.

D<-8-50

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 7,361586262 \quad (03)$
- $\hat{b}_1 = 2,037675116 \quad (01)$
- $\hat{b}_2 = 2,415668297 \quad (-05)$



PESETAS

BOEING-727

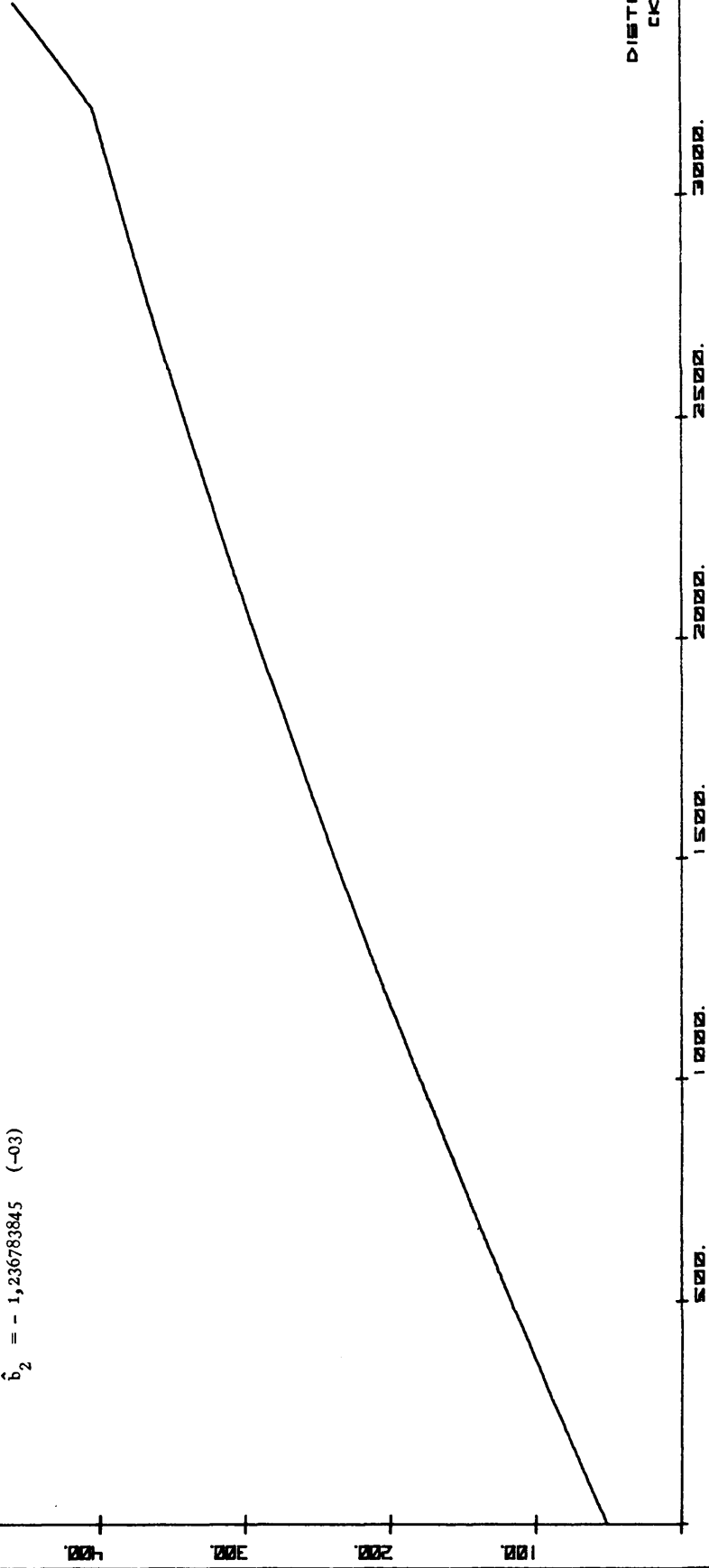
COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 7,613692787 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,041949058 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,236783845 \quad (-03)$$



DISTANCIA  
[KMS]

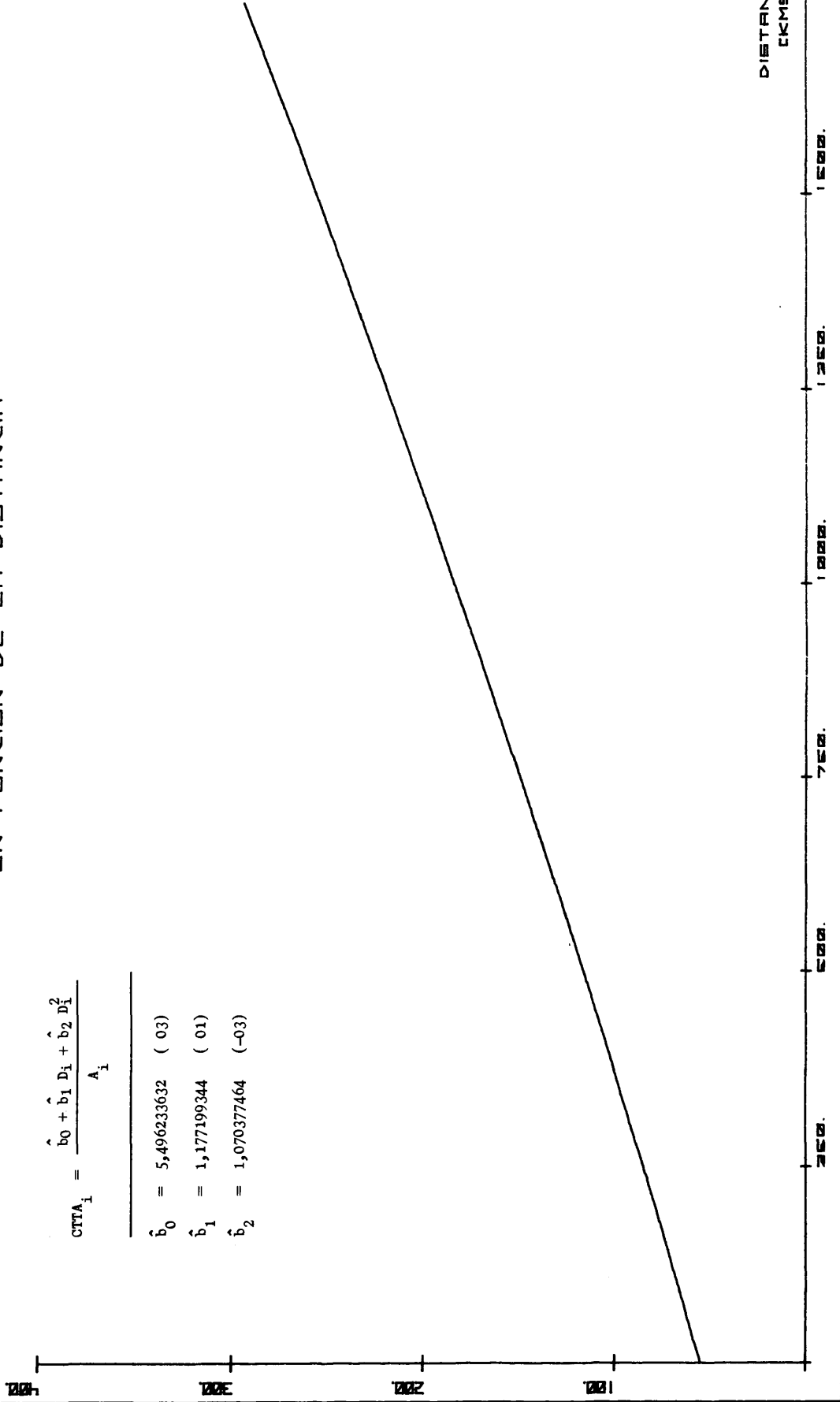
PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

|             |   |             |       |
|-------------|---|-------------|-------|
| $\hat{b}_0$ | = | 5,496233632 | ( 03) |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,177199344 | ( 01) |
| $\hat{b}_2$ | = | 1,070377464 | (-03) |



PESETAS

BDEING-747

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 1,213336798 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 2,170986727 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,495576883 \quad (-.05)$$

DISTANCIA  
KMS

10000  
8000  
6000  
4000  
2000  
0

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.



PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTF_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

- $\hat{b}_0 = 1,002542831 \quad (04)$   
 $\hat{b}_1 = 2,064872106 \quad (01)$   
 $\hat{b}_2 = 7,516664291 \quad (-06)$

8000

6000

4000

2000

0000

8000

6000

4000

2000

DISTANCIA  
KMS

10000

20000

30000

40000

50000

60000

70000

80000

PESETAS

DC-B-63

# COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR TONELADA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 8,687802748 \quad (.03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,998634007 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = 3,146155796 \quad (-.05)$$

20000

15000

10000

5000

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PEREYAS

0<-8-50

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 7,361586262 \quad (.03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,037675116 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = 2,415668297 \quad (-.05)$$

15000  
12500  
10000  
7500  
5000  
2500

DISTANCIA  
(KMS)

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 7,613692787 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,041949058 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,236783845 \quad (-03)$$

5000

5000

4000

3000

2000

1000

DISTANCIA  
KMS

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

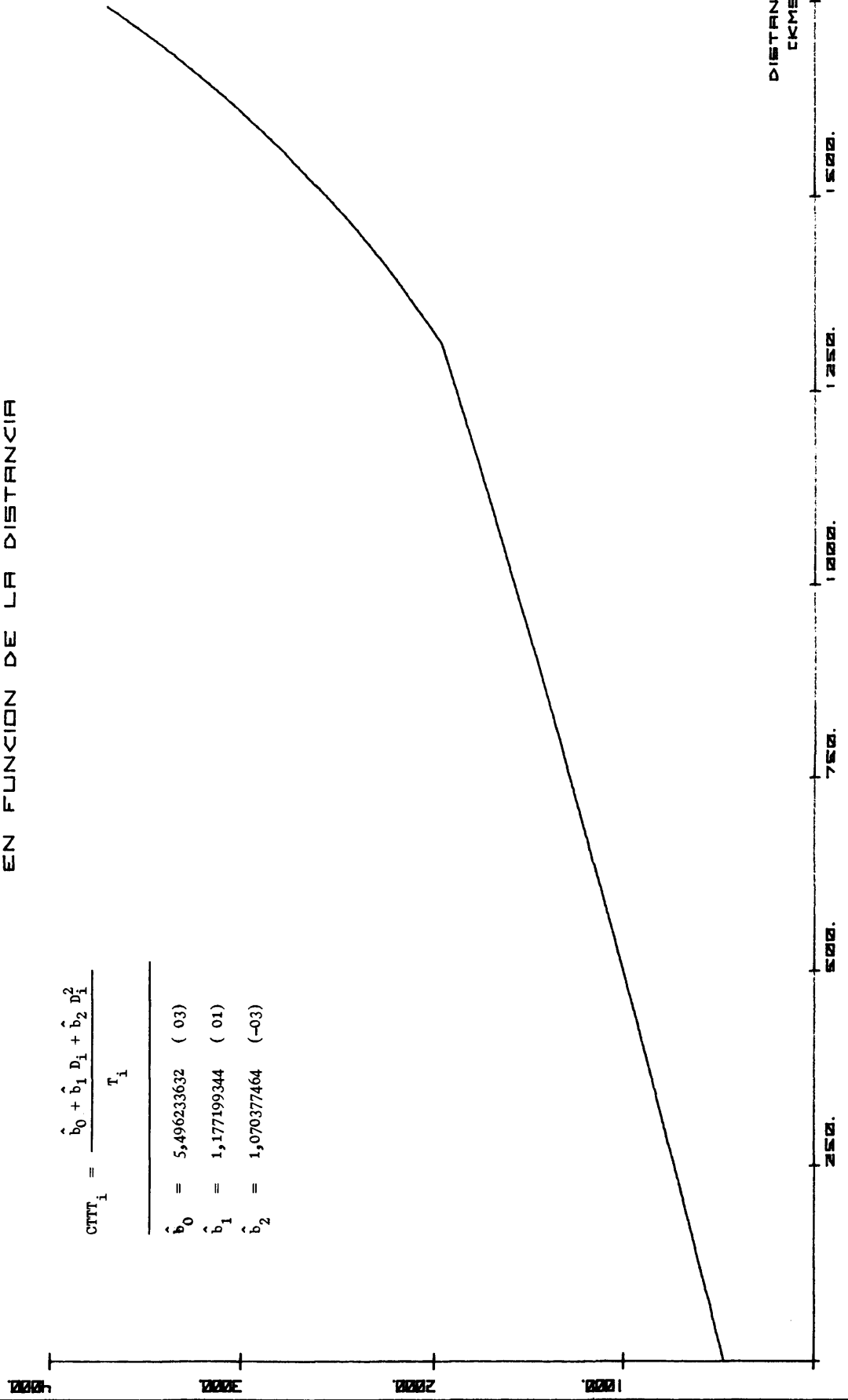
PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACIONES TECNICAS POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

|             |   |             |       |
|-------------|---|-------------|-------|
| $\hat{b}_0$ | = | 5,496233632 | ( 03) |
| $\hat{b}_1$ | = | 1,177199344 | ( 01) |
| $\hat{b}_2$ | = | 1,070377464 | (-03) |



PESETAS

BOEING-747

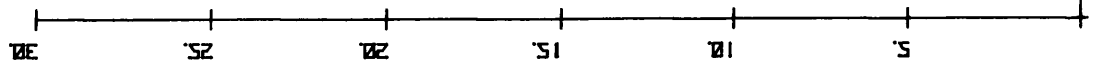
COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 P.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 1,213336798 \quad (04)$$

$$\hat{b}_1 = 2,170986727 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -3,495576883 \quad (-05)$$



DISTANCIA  
CKMS

PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 P.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{TAKO}_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

|               |             |       |
|---------------|-------------|-------|
| $\hat{b}_0 =$ | 1,002542831 | ( 04) |
| $\hat{b}_1 =$ | 2,064872106 | ( 01) |
| $\hat{b}_2 =$ | 7,516664291 | (-06) |

30

25

20

15

10

5

DISTANCIA  
(KMS)

1 000.

2 000.

3 000.

4 000.

5 000.

6 000.

7 000.

8 000.

PESETAS

DC-8-63

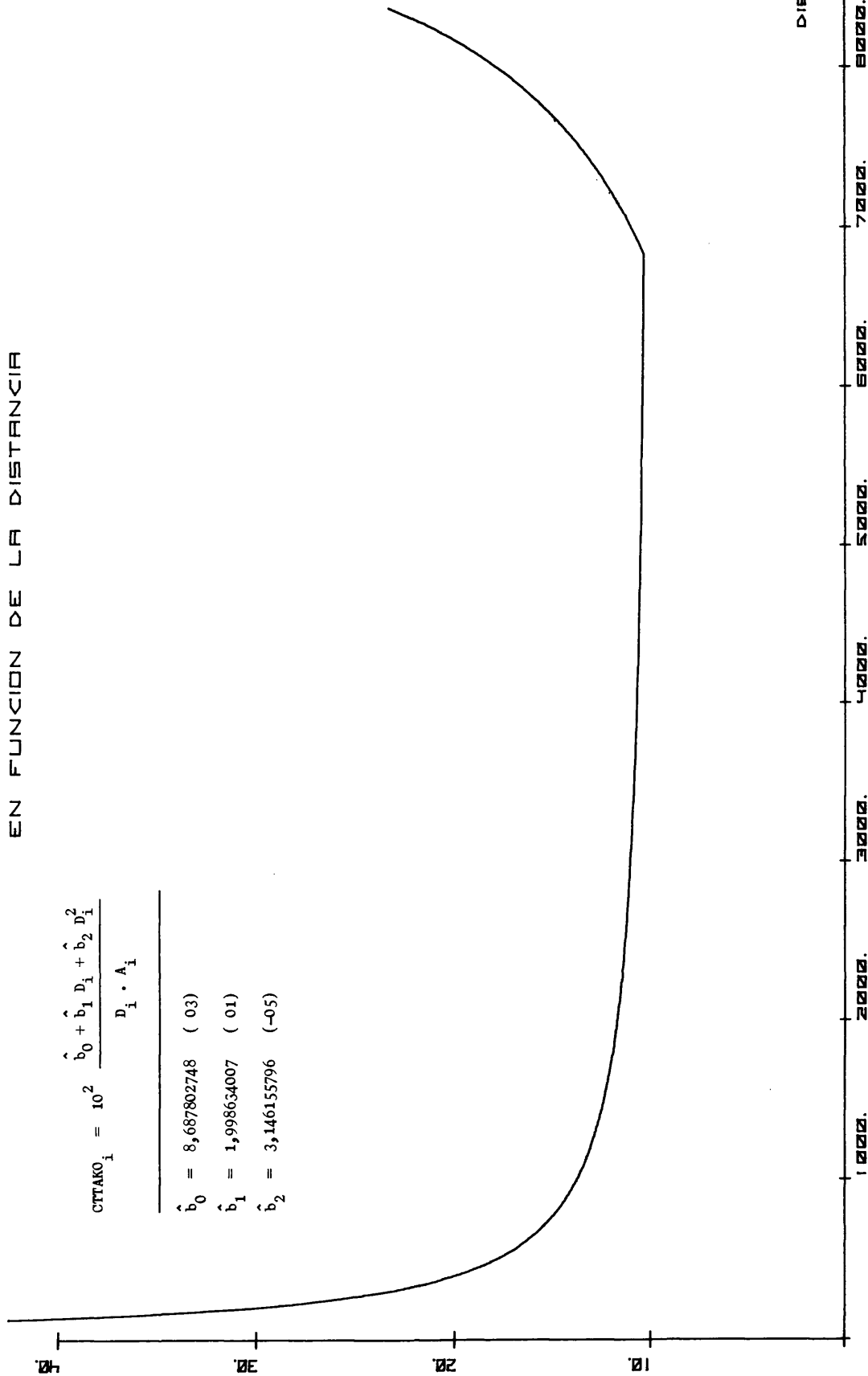
COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 P.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\hat{b}_0 = 8,687802748 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,998634007 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 3,146155796 \quad (-05)$$





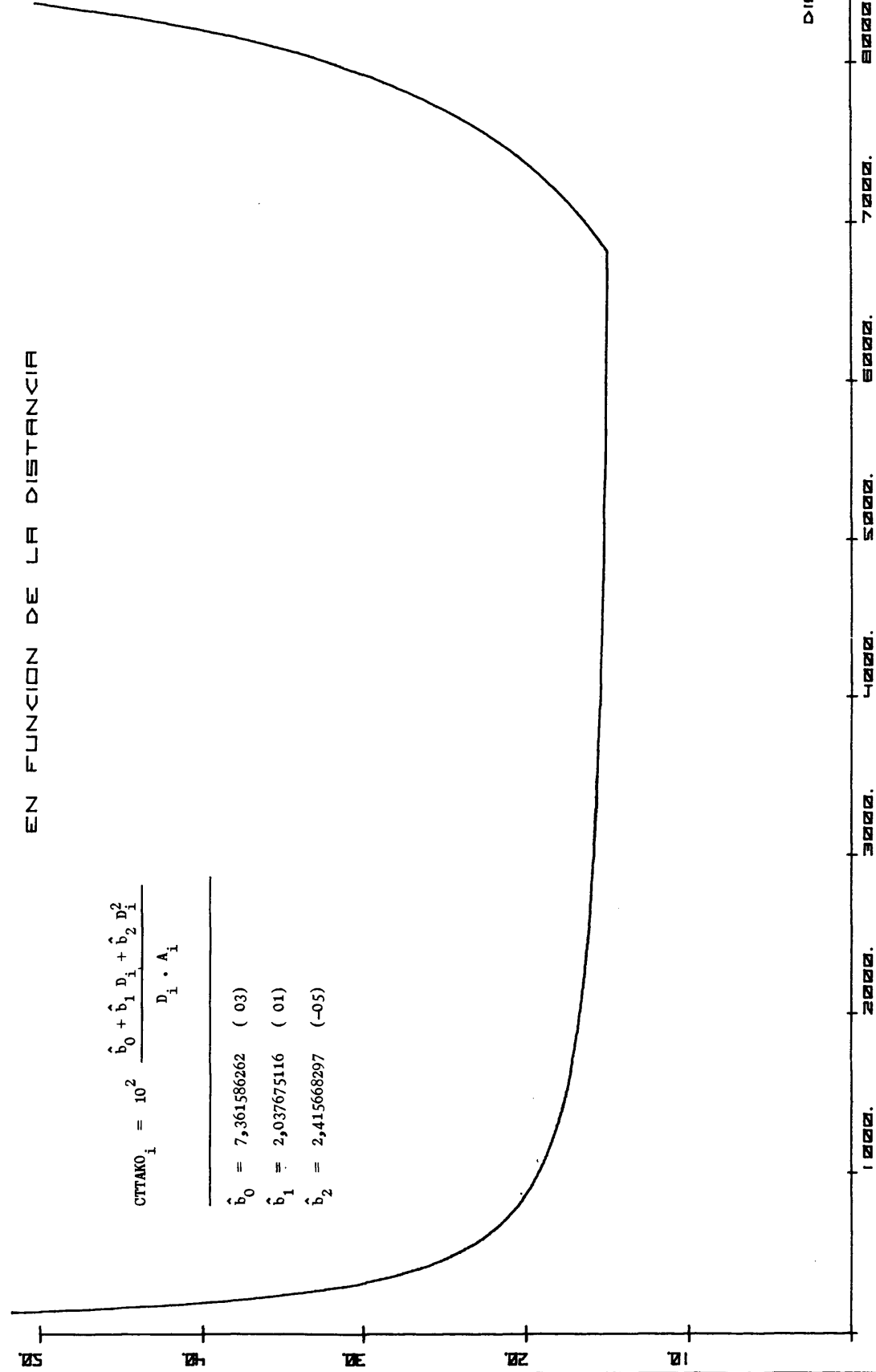
PESETAS

DC-B-50

COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 P.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$\hat{b}_0 = 7,361586262 \quad (03)$   
 $\hat{b}_1 = 2,037675116 \quad (01)$   
 $\hat{b}_2 = 2,415668297 \quad (-05)$



DISTANCIA  
EN P.K.O.

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 P.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

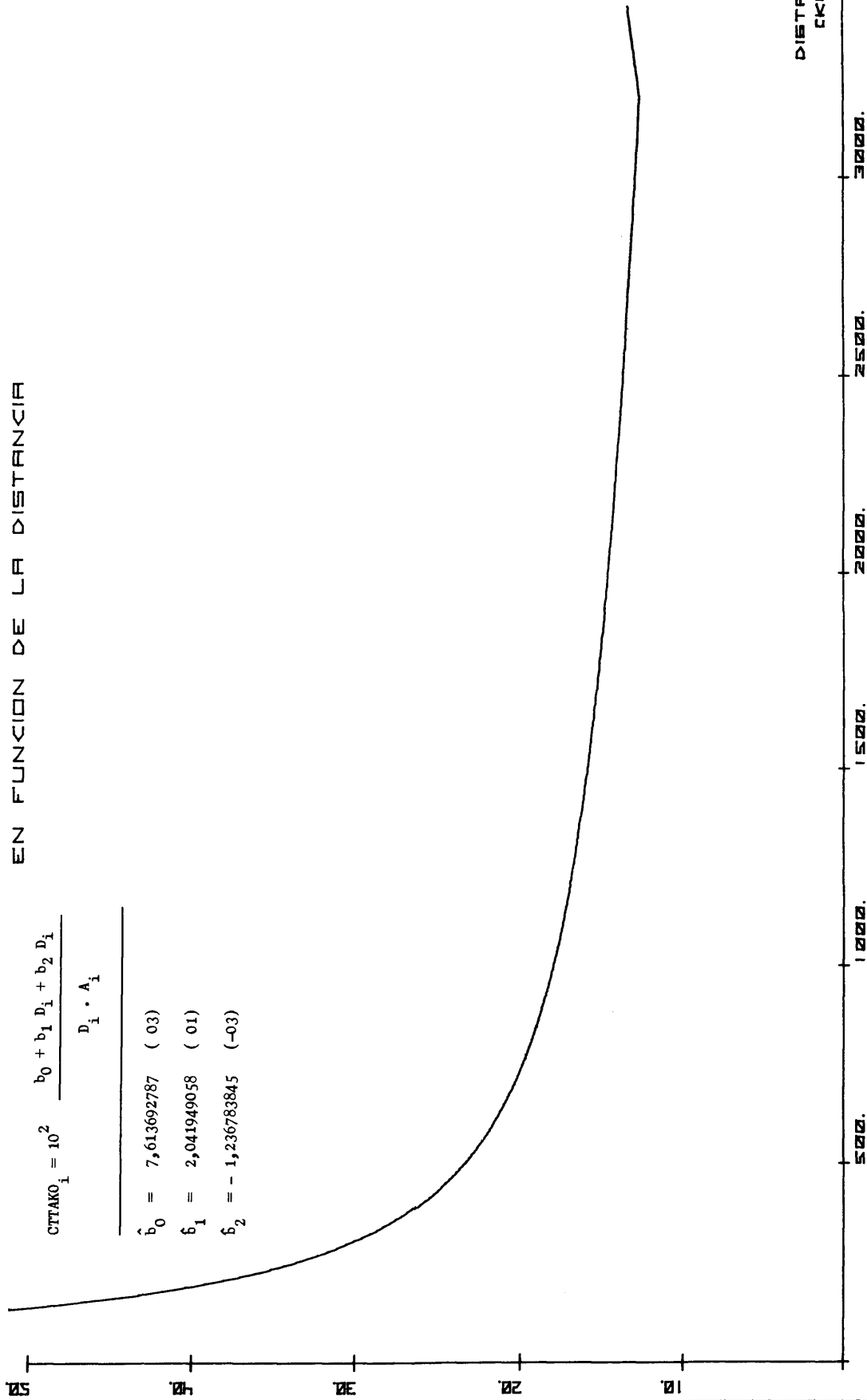
$$CTTAKO_i = 10^2 \frac{b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

$$\hat{b}_0 = 7,613692787 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,041949058 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,236783845 \quad (-03)$$



DISTANCIA  
(KMS)

PESETAS

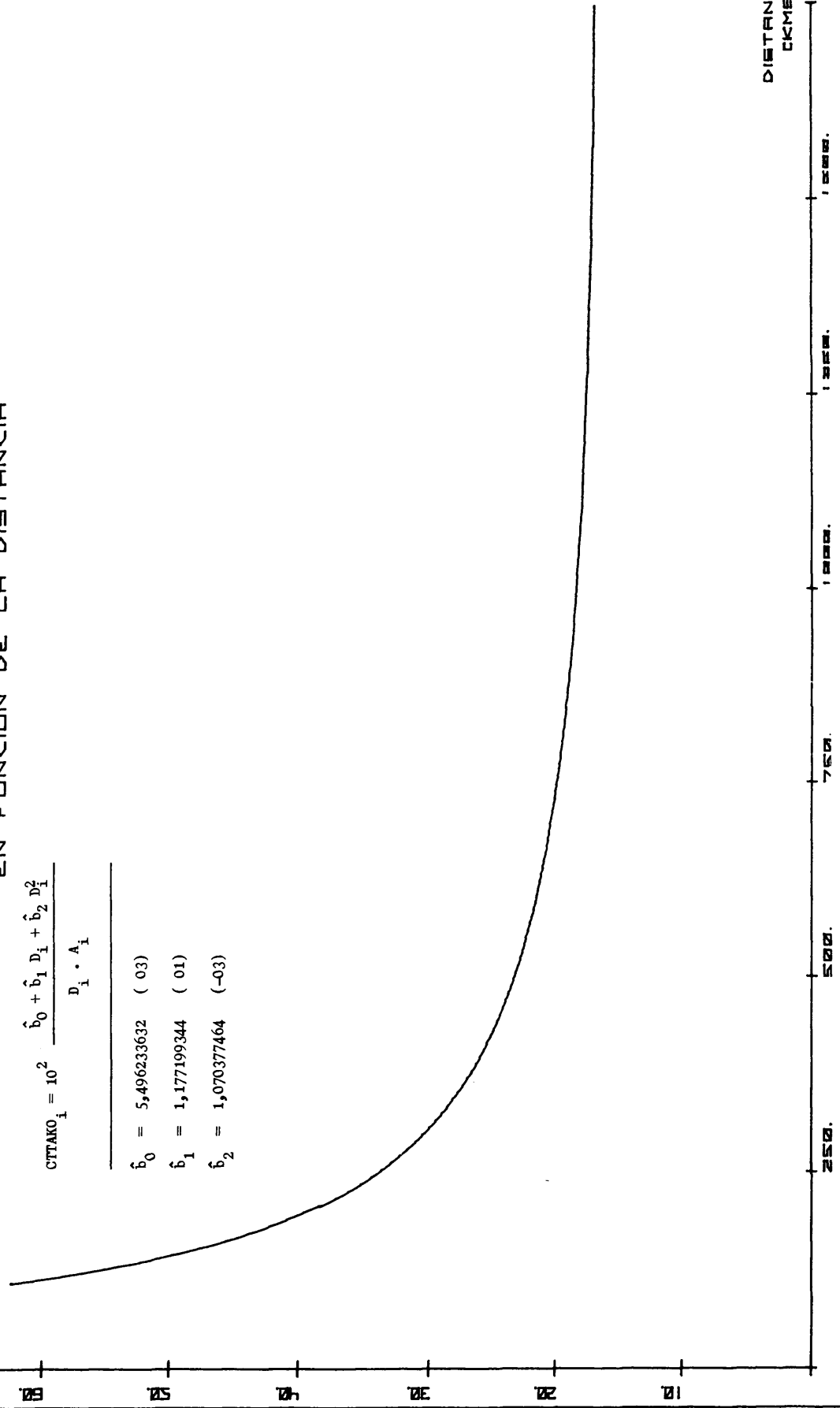
DC-9-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 P.K.O.

EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_1 = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 5,49623632 \quad (03)$
- $\hat{b}_1 = 1,177199344 \quad (01)$
- $\hat{b}_2 = 1,070377464 \quad (-03)$



DISTANCIA  
KMED

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMTTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,213336798 \quad (.04) \\ \hat{b}_1 &= 2,170986727 \quad (.01) \\ \hat{b}_2 &= -3,495576883 \quad (-.05) \end{aligned}$$

175.

150.

125.

100.

75.

50.

25.

DISTANCIA  
KMS

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.

PESETAS

DC-10-30

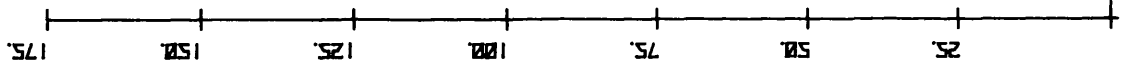
COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 1,002542831 \quad (.04)$$

$$\hat{b}_1 = 2,064872106 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = 7,516664291 \quad (-.06)$$



DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

DC-8-63

COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 8,687802748 \quad (.03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,998634007 \quad (.01)$$

$$\hat{b}_2 = 3,146155796 \quad (-.05)$$

350

300

250

200

150

100

50

DISTANCIA  
(KMS)

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

DC-8-50

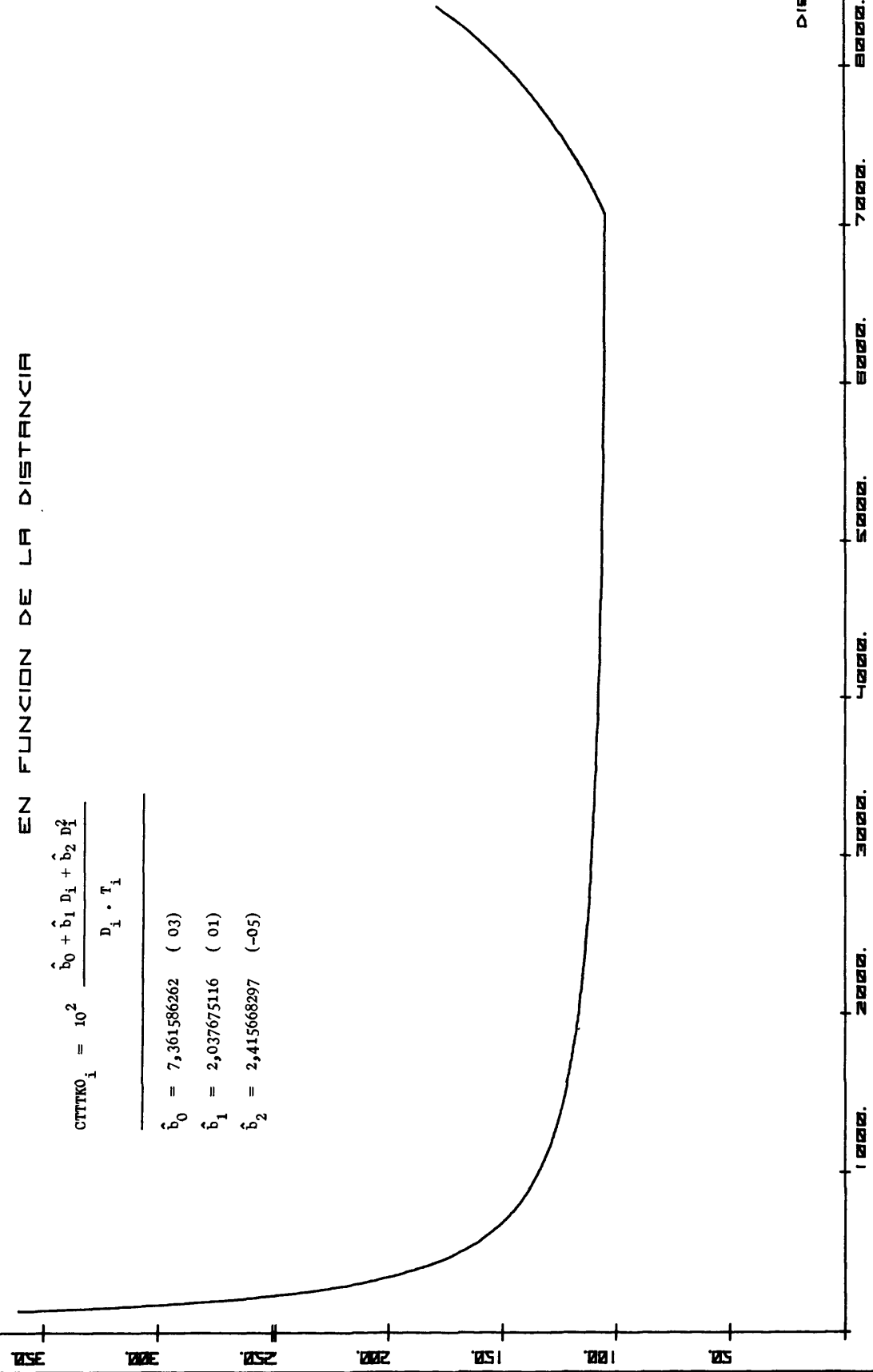
COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 7,361586262 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,037675116 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 2,415668297 \quad (-05)$$



DISTANCIA  
(KMS)

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 T.K.D.

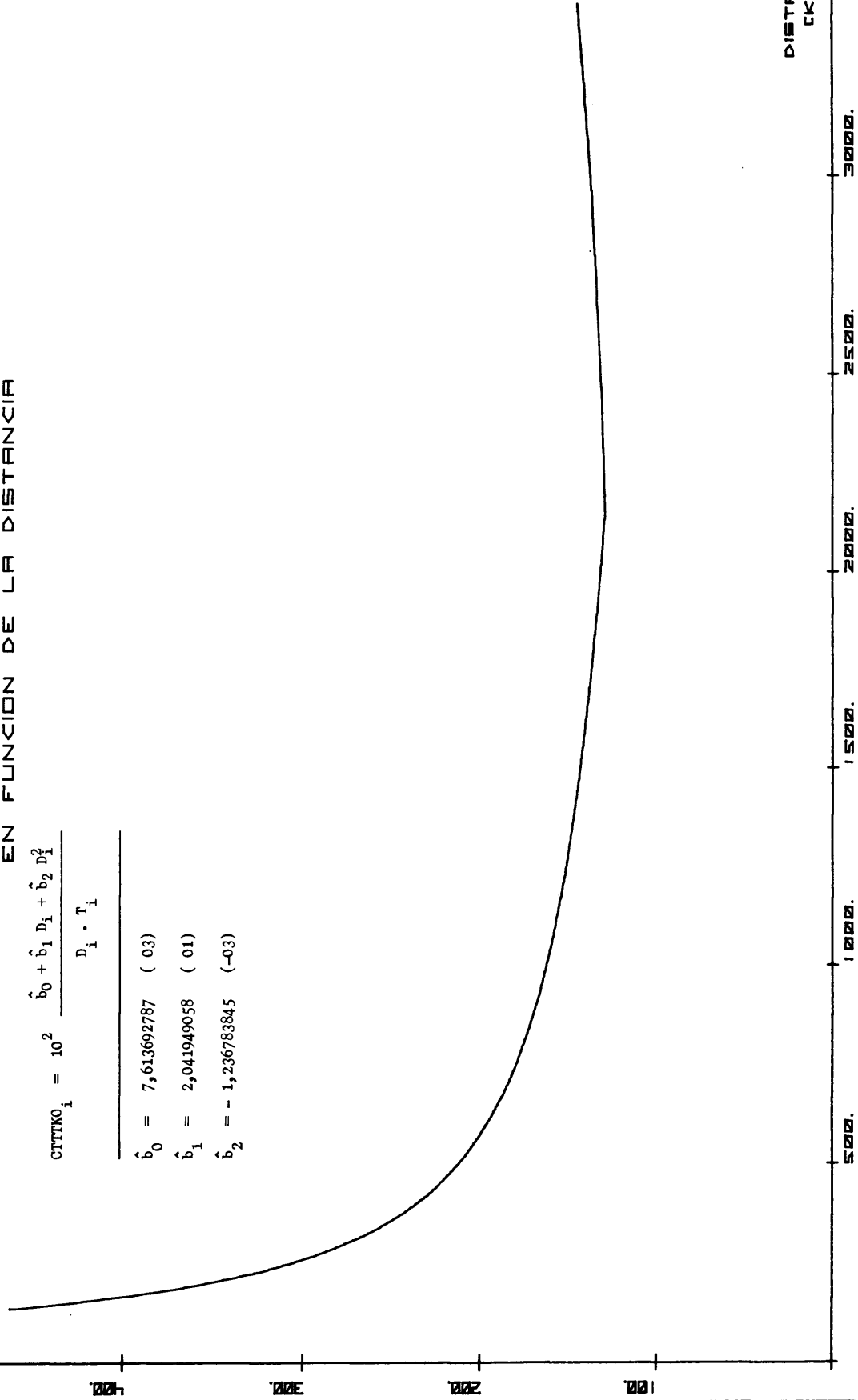
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CUTTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 7,613692787 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,041949058 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -1,236783845 \quad (-03)$$



DISTANCIA  
CKMS

3500.

3000.

2500.

2000.

1500.

1000.

500.



PESETAS

DC-9-30

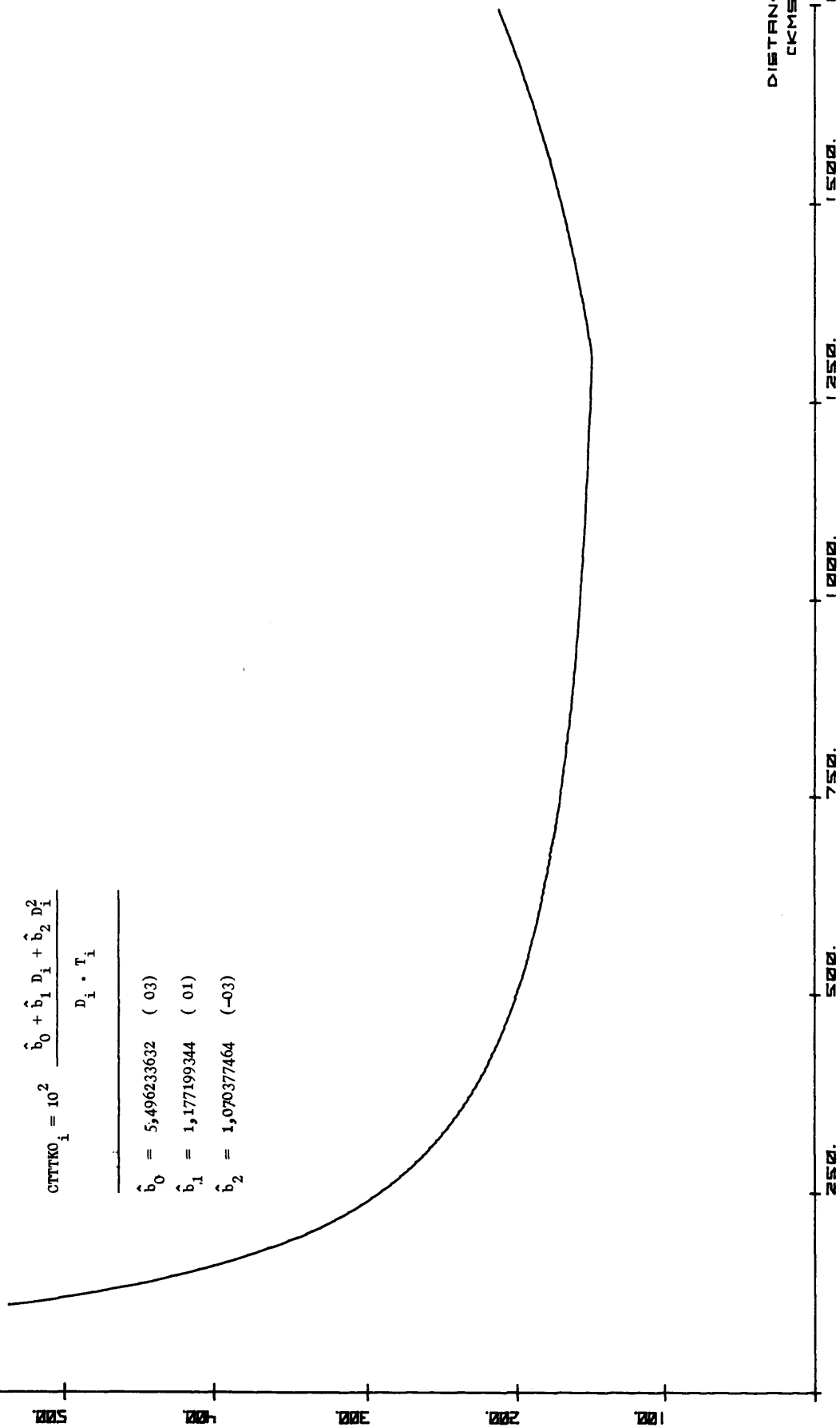
COSTE MEDIO DE TRIPULACION TECNICA PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\hat{b}_0 = 5,496233632 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,177199344 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 1,070377464 \quad (-03)$$



DISTANCIA  
CKMS

PESETAS

BOEING-747

COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTAD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,271079117 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 1,778624518 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 4,315947191 \quad (-05) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS

20000

15000

10000

5000

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

DC-10-30

# COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAD_1 = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2$$

- |                           |       |
|---------------------------|-------|
| $\hat{b}_0 = 6,771415311$ | (03)  |
| $\hat{b}_1 = 1,181162027$ | (01)  |
| $\hat{b}_2 = 3,834034315$ | (-05) |

15000

10000

5000

DISTANCIA  
(KMS)

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

DC-B-53

COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTAD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 5,103659593 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 1,057332946 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 3,546893067 \quad (-05) \end{aligned}$$

125000

100000

75000

50000

25000

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

DC-8-50

# COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 p_i + \hat{b}_2 p_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 3,335600575 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 8,751446923 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= 1,774319005 \quad (-05) \end{aligned}$$

10000

7500

5000

2500

DISTANCIA  
(KMS)

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.

PESETAS

BOEING-727

COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTAD_1 = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,841345533 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 7,390197114 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= -4,331940989 \quad (-04) \end{aligned}$$

10000

20000

30000

40000

DISTANCIA  
(KMS)

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

GRAFICO: G-3-96

PESETAS

DC-9-30

# COSTE DE TRIPULACION AUXILIAR EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,730218372 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 3,628357033 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= 3,585039296 \quad (-04) \end{aligned}$$

15000

10000

5000

DISTANCIA  
KMS

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,271079117 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 1,778624518 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 4,315947191 \quad (-05) \end{aligned}$$

009

005

001

000

002

001

DISTANCIA  
KMS

1 000.

2 000.

3 000.

4 000.

5 000.

6 000.

7 000.

8 000.



PESETAS

00-10-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

- $\hat{b}_0 = 6,771415311$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 1,181162027$  (01)  
 $\hat{b}_2 = 3,834034315$  (05)

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

000 005 010 015 020 025 030

PESETAS

DC-8-63

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$\hat{b}_0 = 5,103659593$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 1,057332946$  (01)  
 $\hat{b}_2 = 3,546893067$  (-05)

1250

1000

750

500

250

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

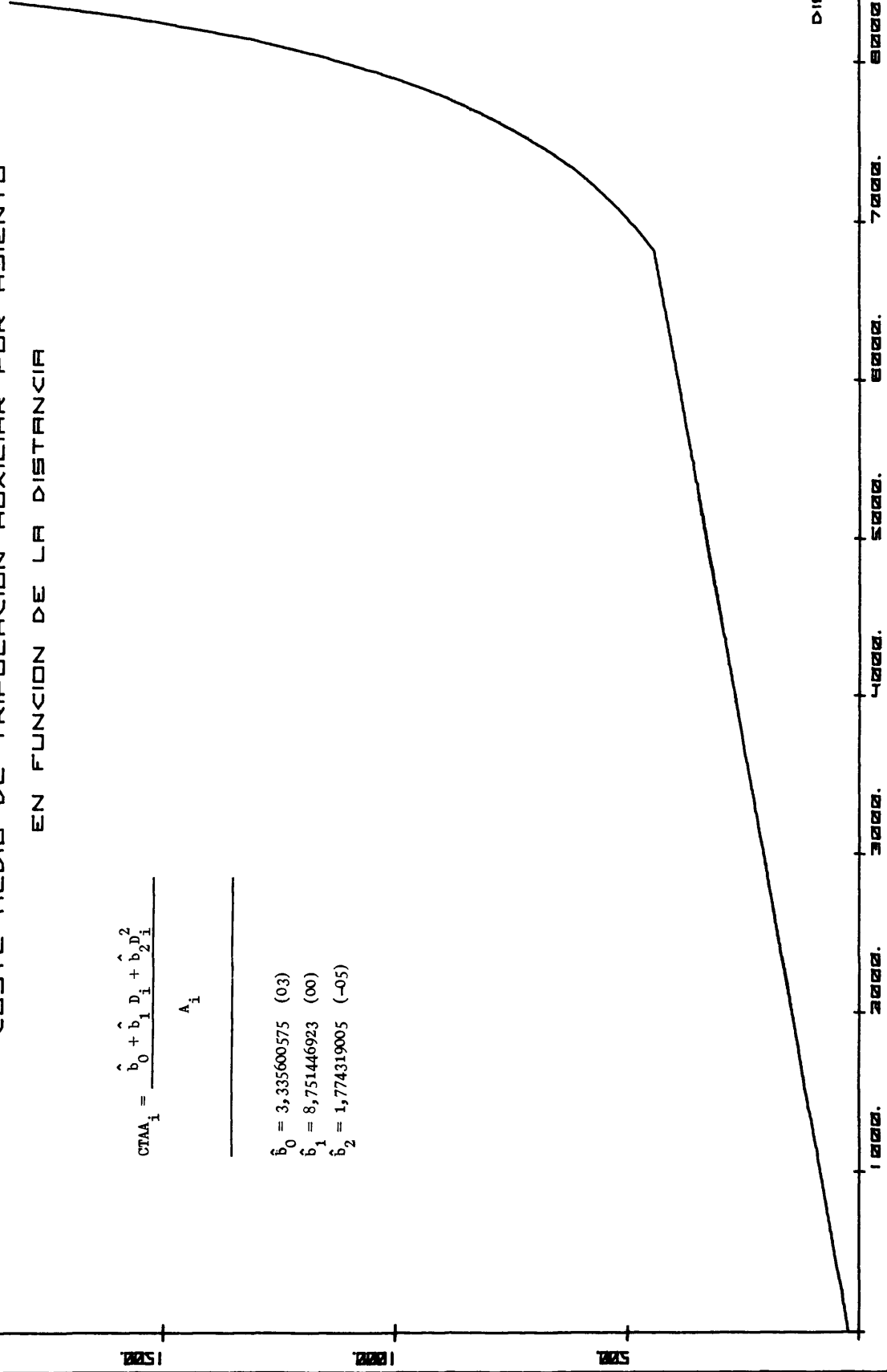
PESETAS

DC-B-50

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 3,335600575 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 8,751446923 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= 1,774319005 \quad (-05) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMS

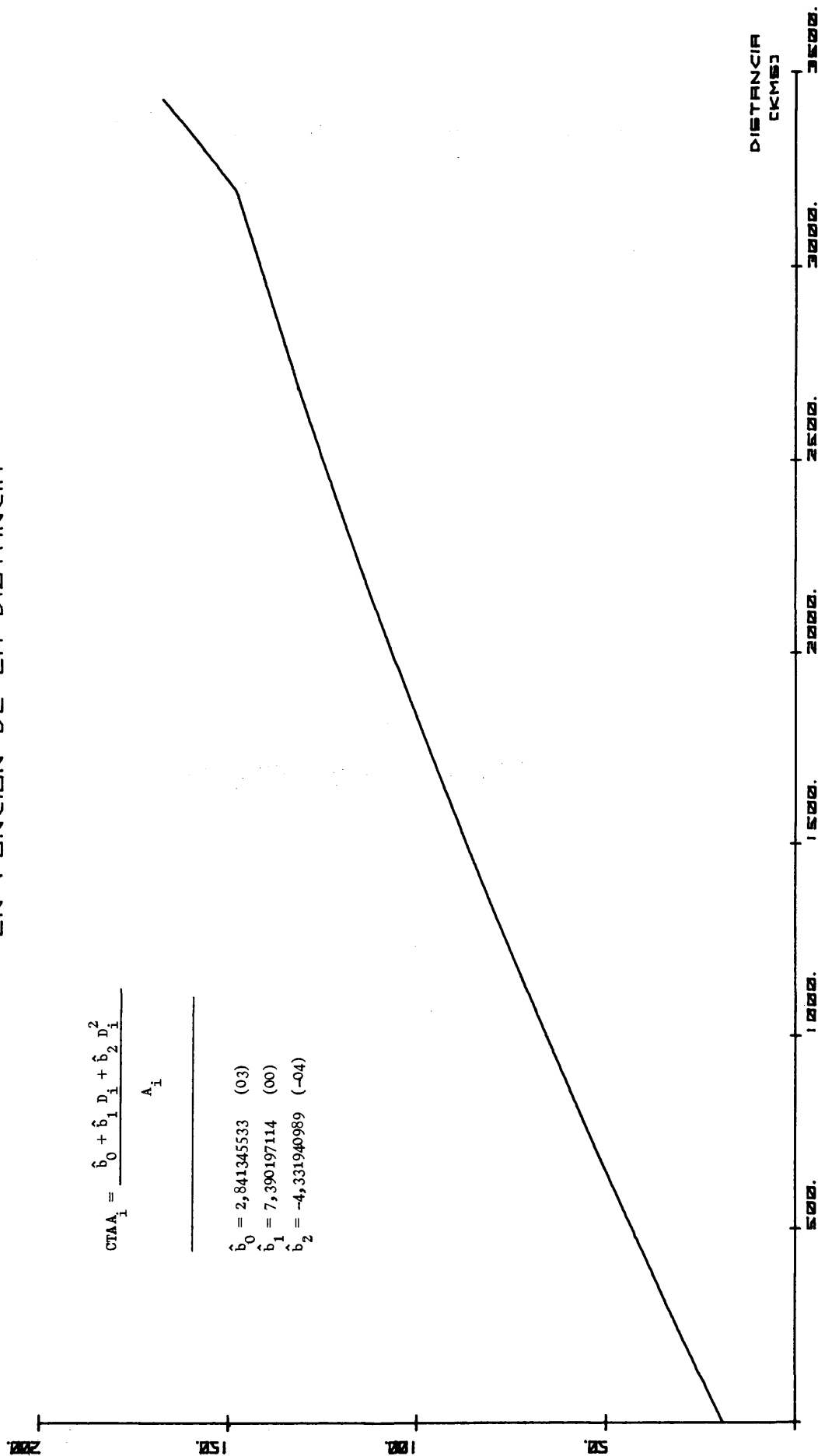
PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,841345533 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 7,390197114 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= -4,331940989 \quad (-04) \end{aligned}$$



PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTAA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,730218372 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 3,628357033 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= 3,585039296 \quad (-04) \end{aligned}$$

20  
30  
40  
50  
60

DISTANCIA  
KMS

250. 500. 750. 1000. 1250. 1500. 1750.

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR PARA 1000 AKO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_i = 10^3 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,271079117 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 1,778624518 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= 4,315947191 \quad (-05) \end{aligned}$$

1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000

DISTANCIA  
CKMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

DC-10-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR PARA 1000 AKO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

PESETAS

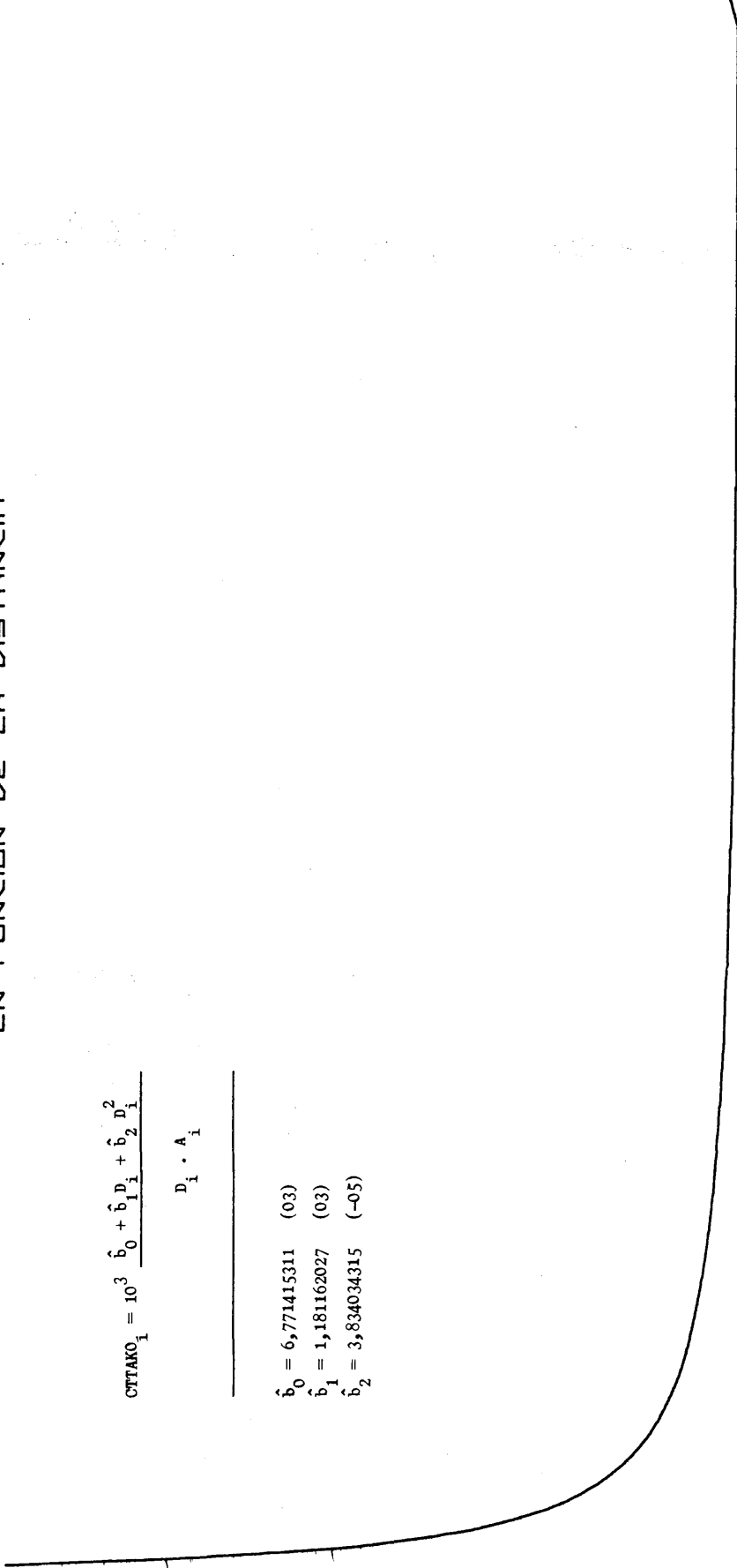
250  
200  
150  
100  
50

$$COTAKO_1 = 10^3 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

- $\hat{b}_0 = 6,771415311$  (03)
- $\hat{b}_1 = 1,181162027$  (03)
- $\hat{b}_2 = 3,834034315$  (-05)

DISTANCIA  
[KMS]  
1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.



PESETAS

00-00-00

# COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR PARA 1000 AKO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

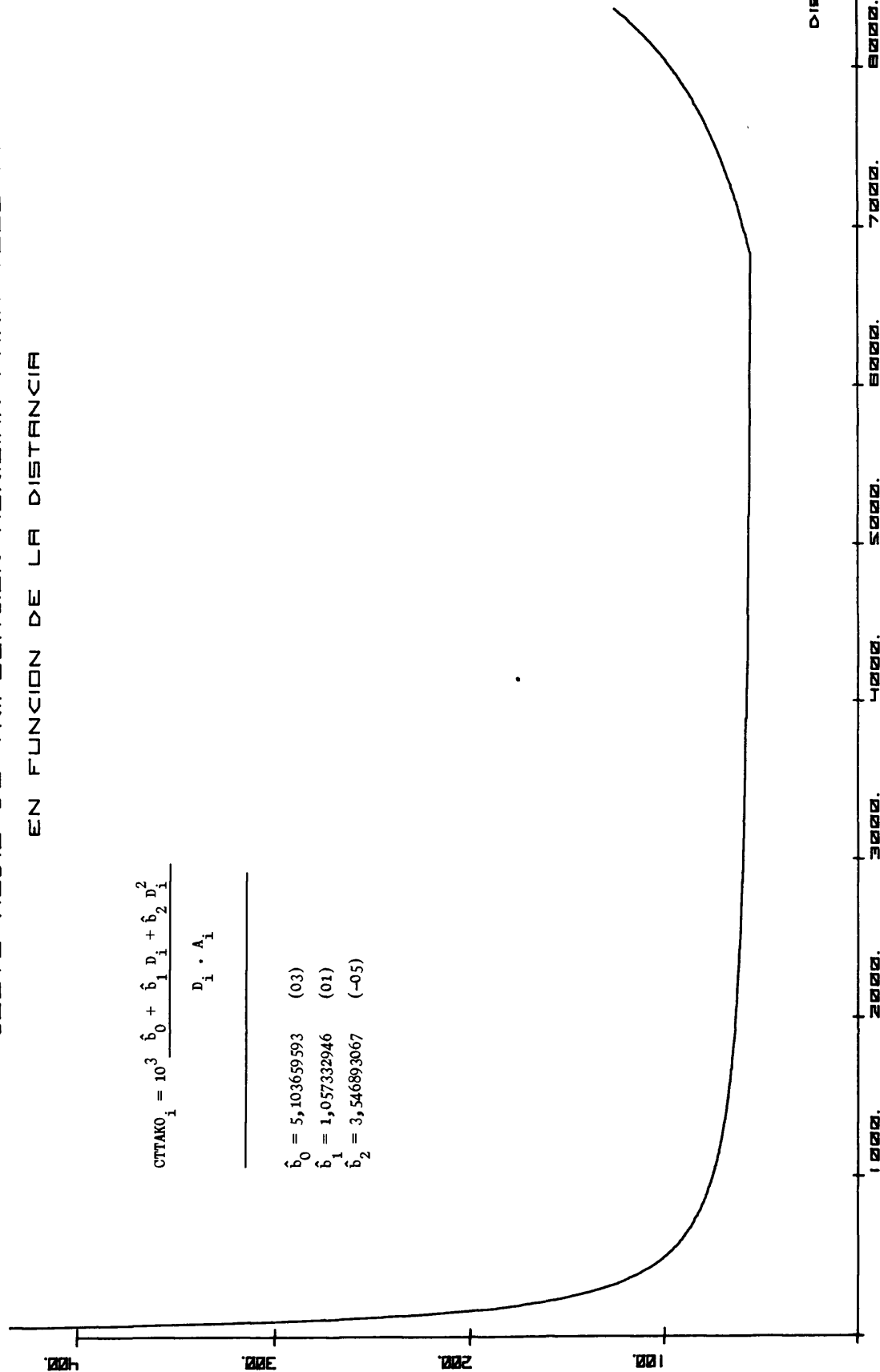
$$C_{TAKO} = 10^3 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

$$\hat{b}_0 = 5,103659593 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,057332946 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = 3,546893067 \quad (-05)$$



DISTANCIA  
(KMS)



PESETAS

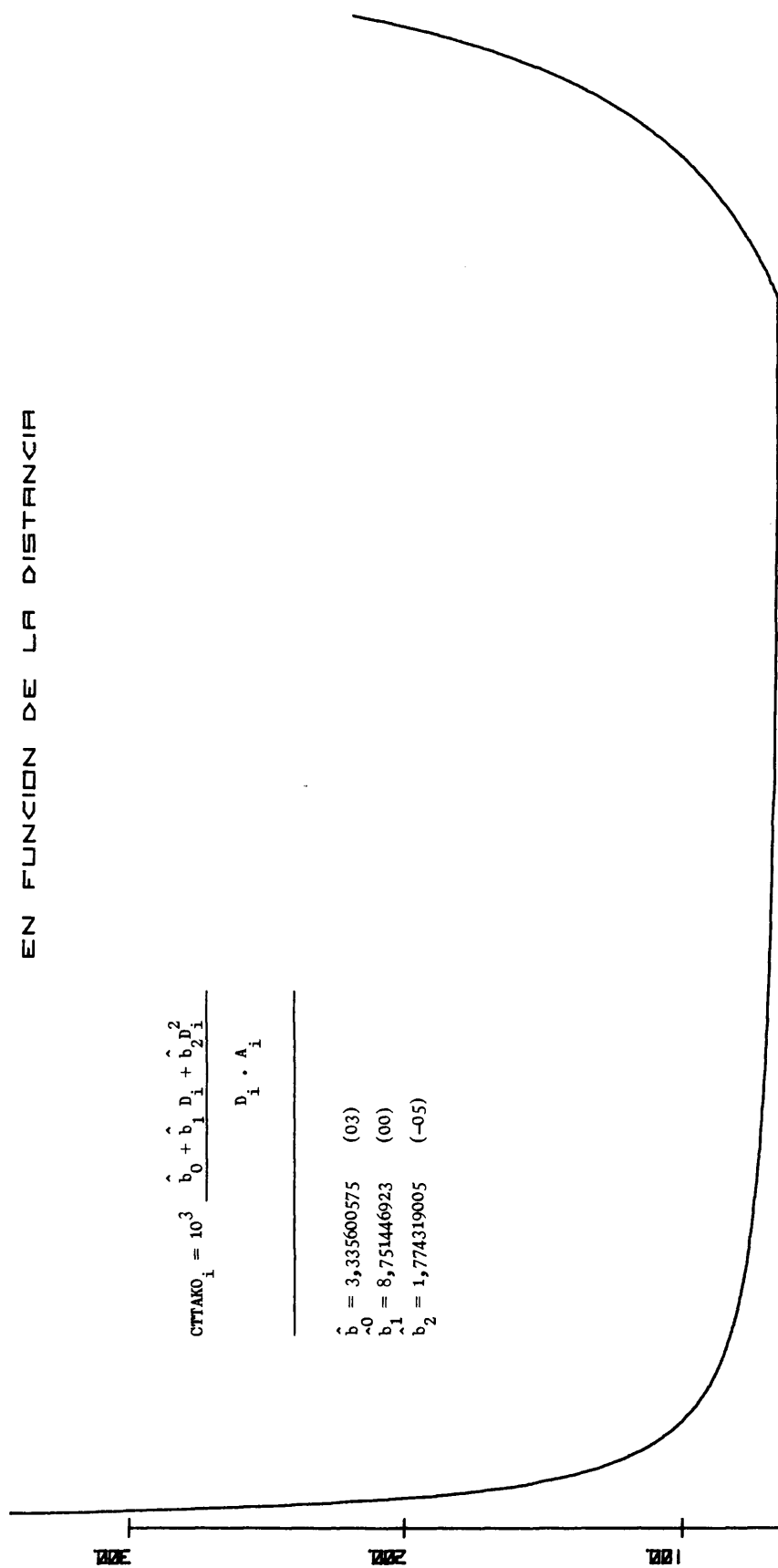
DC-B-50

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR PARA 1000 AKO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_i = 10^3 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

- $\hat{b}_0 = 3,335600575 \quad (03)$
- $\hat{b}_1 = 8,751446923 \quad (00)$
- $\hat{b}_2 = 1,774319005 \quad (-05)$



DISTANCIA  
CKMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

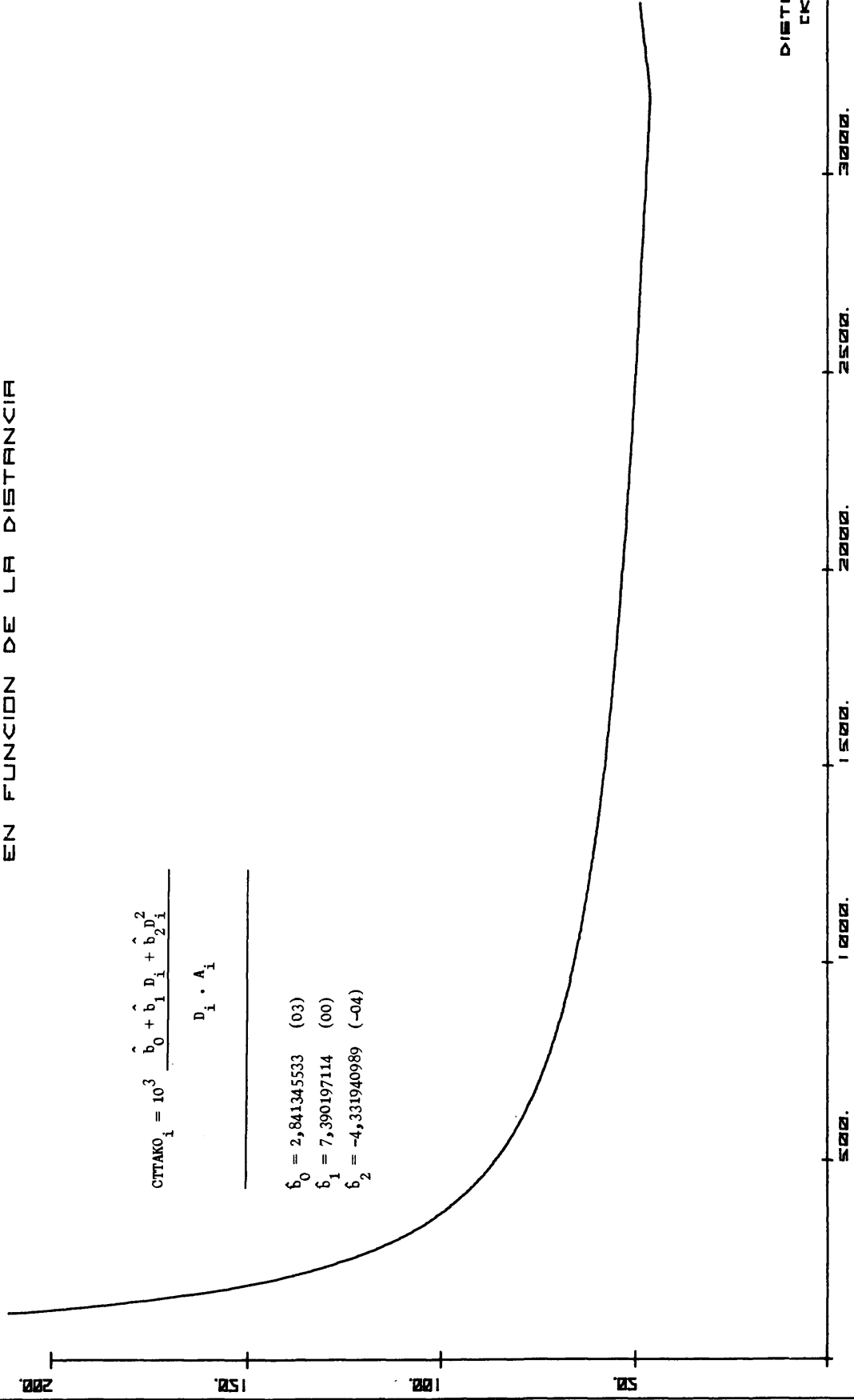
BOEING-727

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR PARA 1000 AKO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_1 = 10^3 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,841345533 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 7,390197114 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= -4,331940989 \quad (-04) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
(KMS)

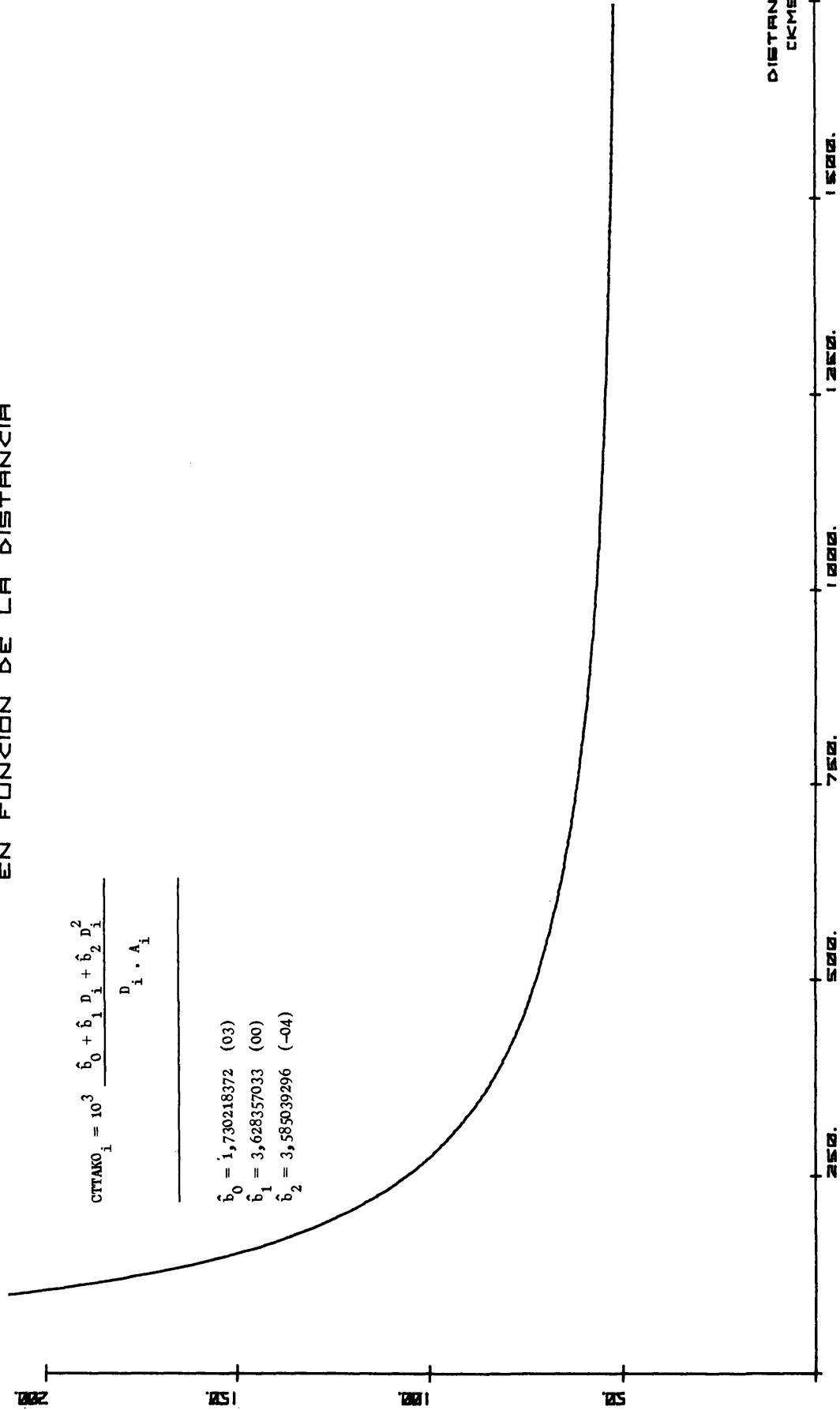
PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE TRIPULACION AUXILIAR PARA 1000 AKO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTTAKO_i = 10^3 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,730218372 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 3,628357033 \quad (00) \\ \hat{b}_2 &= 3,585039296 \quad (-04) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
CKMS

PESETAS

BOEING-747

COSTE DE MANTENIMIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CM_{D_i} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 7,789796970 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 4,355800355 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -4,001051141 \quad (-04) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS

1 000. 2 000. 3 000. 4 000. 5 000. 6 000. 7 000. 8 000.

10000

20000

30000

40000



PESETAS

DC-B-63

COSTE DE MANTENIMIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

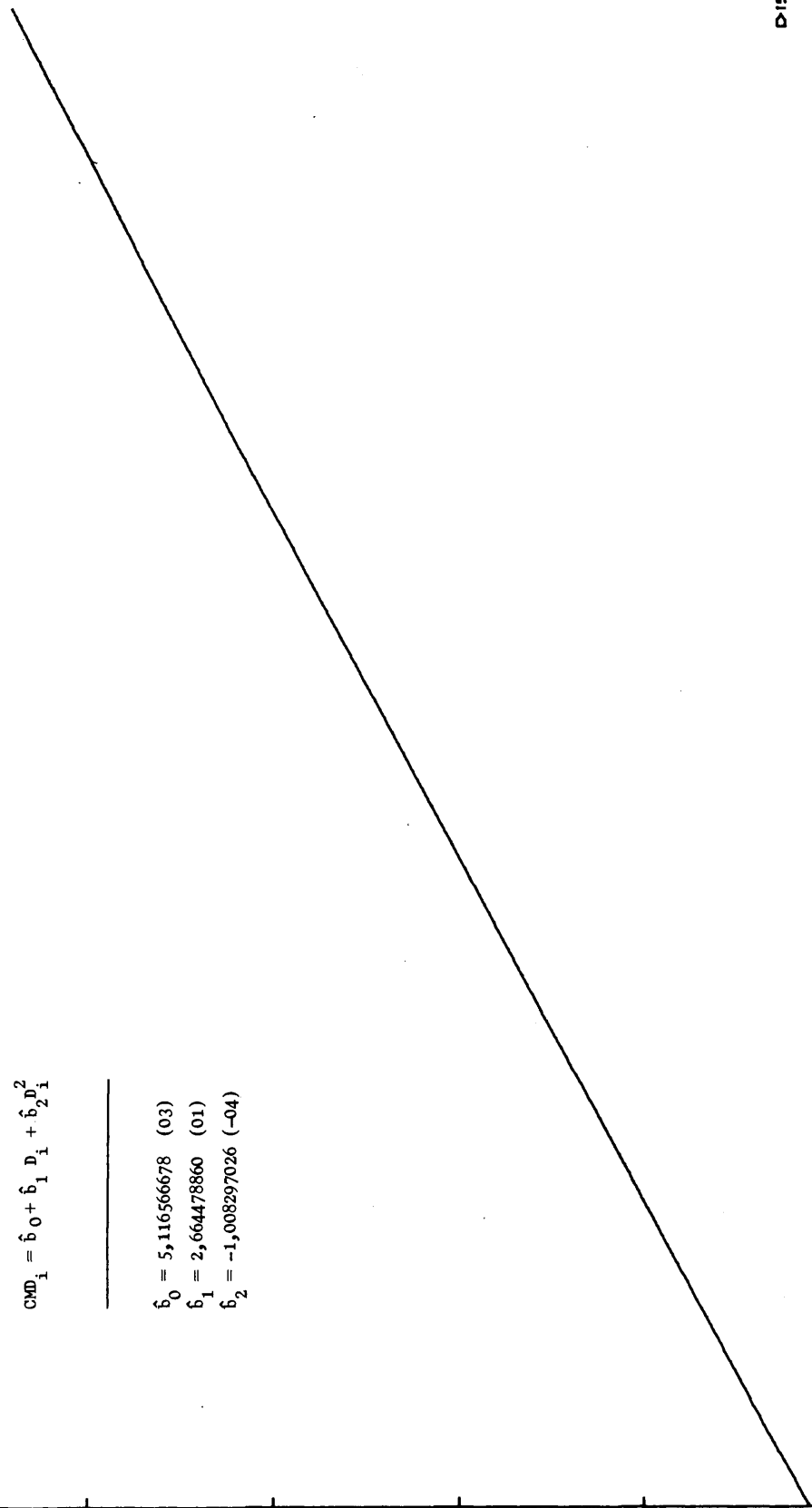
$$CMD_i = b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2$$

- $b_0 = 5,116566678 \quad (03)$   
 $b_1 = 2,664478860 \quad (01)$   
 $b_2 = -1,008297026 \quad (-04)$

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

25000 20000 15000 10000 5000





PESETAS

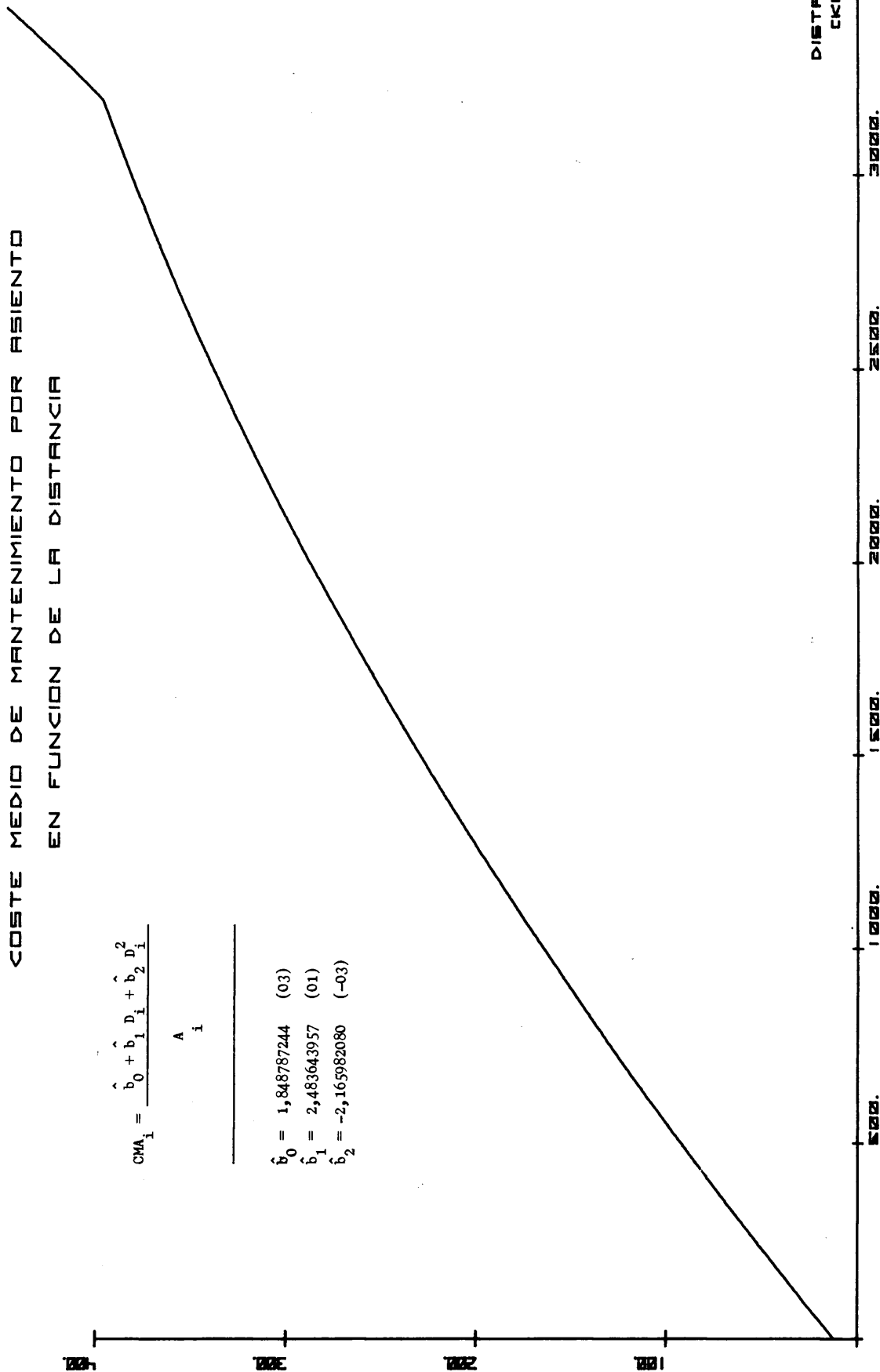
BOEING-727

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$A_i$

$\hat{b}_0 = 1,848787244$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 2,483643957$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -2,165982080$  (-03)



DISTANCIA  
KMS

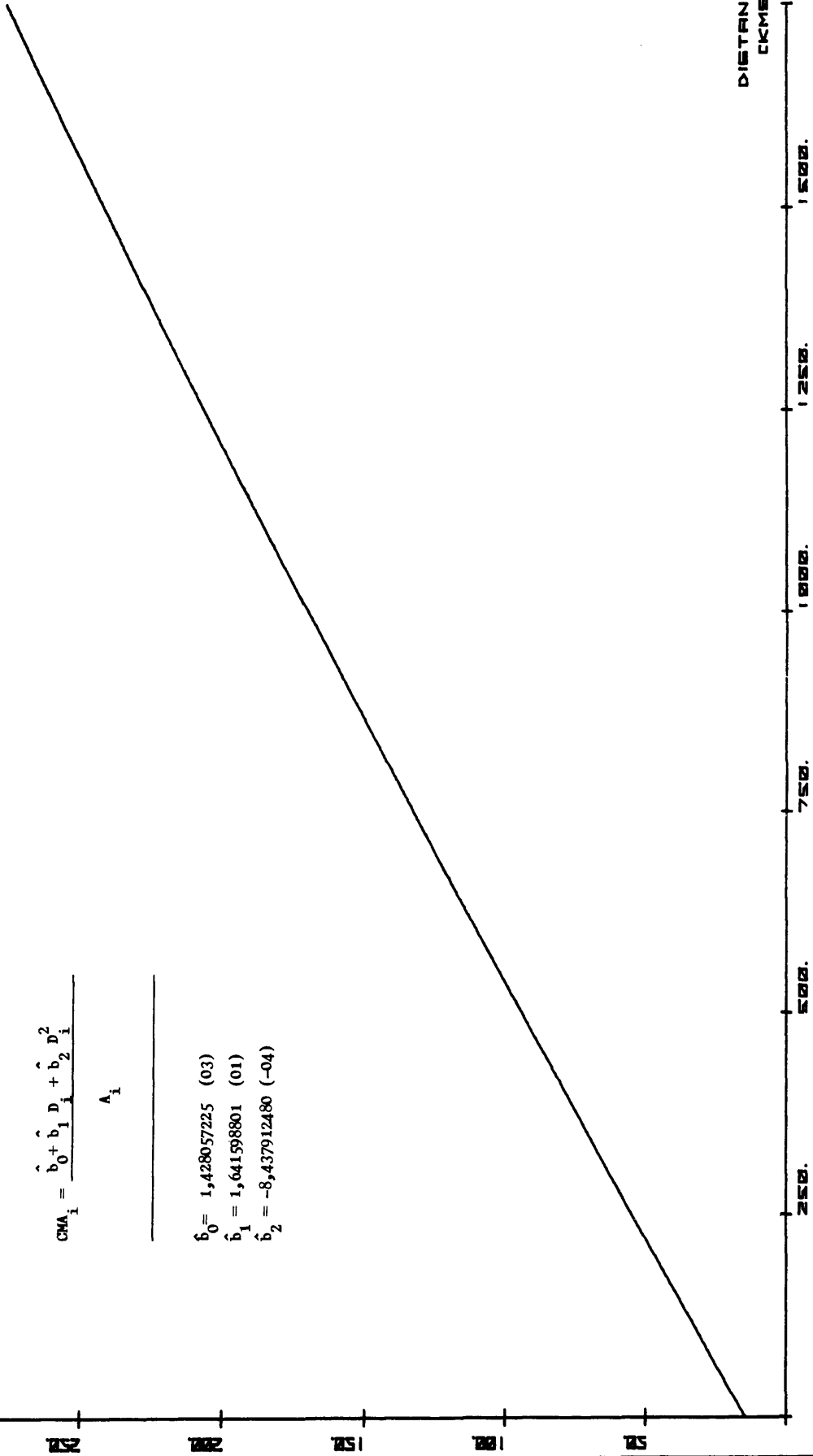


PESETAS

# CC-9-30 COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR ASIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$\hat{b}_0 = 1,428057225$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 1,641598801$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -8,437912480$  (-04)



DISTANCIA  
CKMS

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$A_i$

- $\hat{b}_0 = 7,789796970 \quad (03)$
- $\hat{b}_1 = 4,355800355 \quad (01)$
- $\hat{b}_2 = -4,001051141 \quad (-04)$

1250

1000

750

500

250

DISTANCIA  
CKMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR ASIENTO  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$\hat{b}_0$  6,403042682 (03)  
 $\hat{b}_1$  4,082822936 (01)  
 $\hat{b}_2$  -2,344868459 (-04)

1250

1000

750

500

250

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

D<-B-63

# COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR ASIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMA_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{A_i}$$

$A_i$

$\hat{b}_0 = 5,11656678 \quad (03)$   
 $\hat{b}_1 = 2,664478860 \quad (01)$   
 $\hat{b}_2 = -1,008297026 \quad (-04)$

2000

1500

1000

500

0

DISTANCIA  
[KMS]

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

COSTE DE MANTENIMIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

00-00-50

$$CMD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 4,823632432 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,657446744 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -5,267552447 \quad (-05)$$

25000

20000

15000

10000

5000

DISTANCIA  
(KMS)

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

BOEING-727

COSTE DE MANTENIMIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,848787244 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 2,483643957 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -2,165982080 \quad (-03)$$

50000

100000

150000

200000

DISTANCIA  
CKMS

3500.

3000.

2500.

2000.

1500.

1000.

500.

PESETAS

00-9-30

COSTE DE MANTENIMIENTO EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 1,428057225 \quad (03)$$

$$\hat{b}_1 = 1,641598801 \quad (01)$$

$$\hat{b}_2 = -8,437912480 \quad (-04)$$

4000  
3000  
2000  
1000

DISTANCIA  
KMS

250. 500. 750. 1000. 1250. 1500. 1750.

PESETAS

BOEING-747

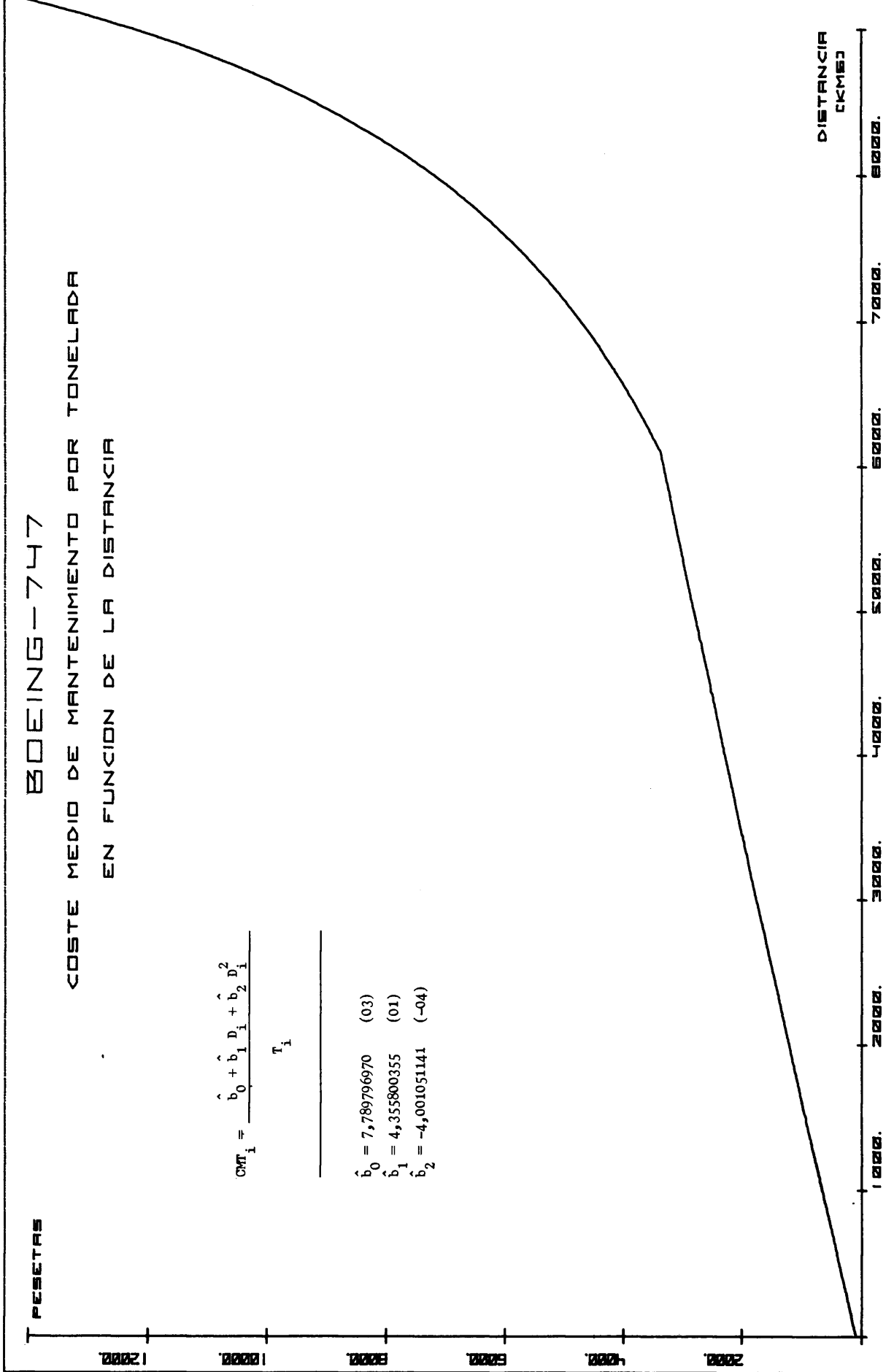
COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$T_i$

$\hat{b}_0 = 7,789796970$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 4,355800355$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -4,001051141$  (-04)

DISTANCIA  
KMS



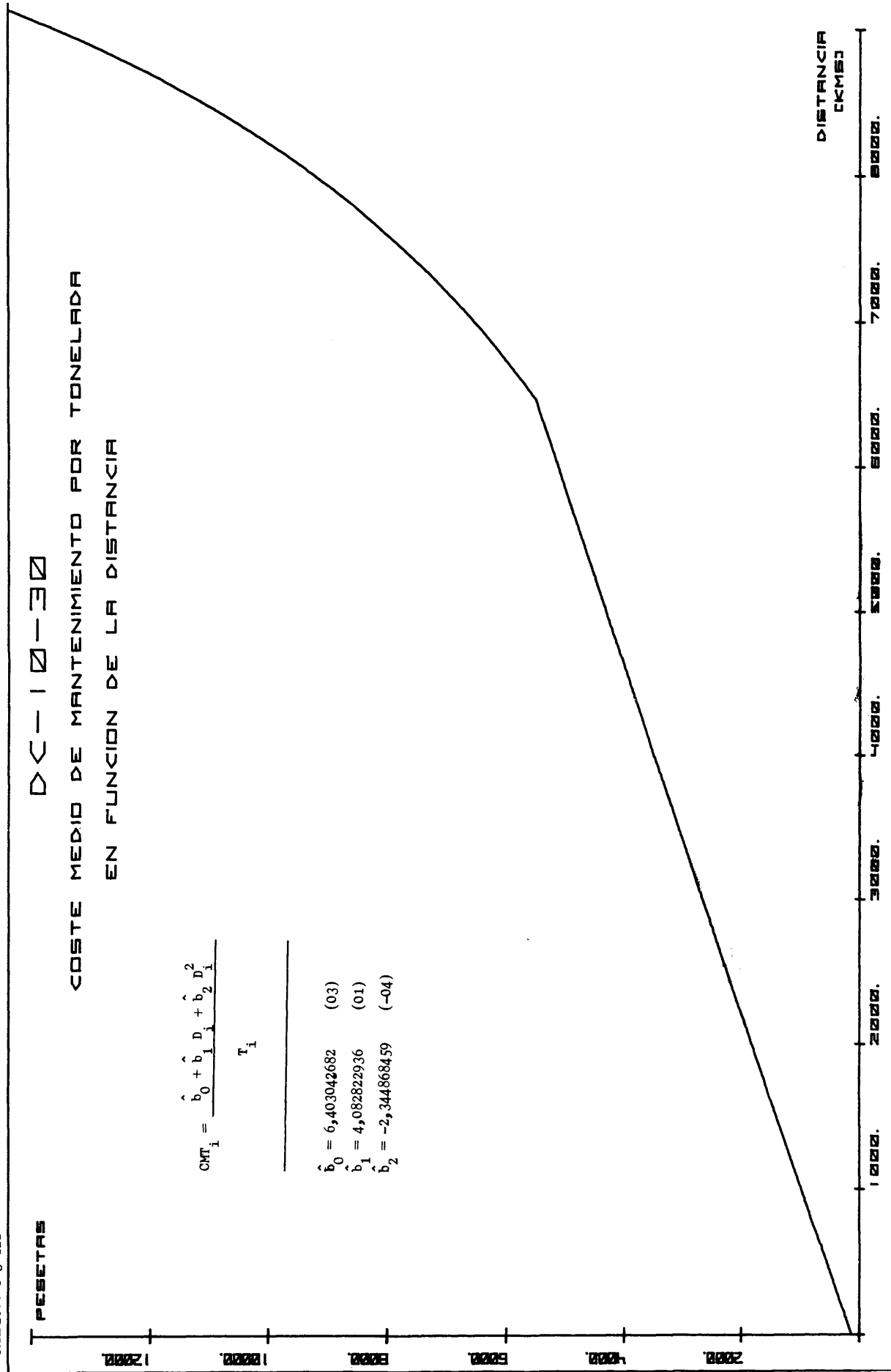


□  
□  
—  
□  
—  
—  
V  
△

**COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR TONELAJA EN FUNCION DE LA DISTANCIA**

$$CMT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{}$$

## II

$$\begin{array}{l} \hat{\mathbf{b}}_0 = 6,403042682 \quad (03) \\ \hat{\mathbf{b}}_1 = 4,082822936 \quad (01) \\ \hat{\mathbf{b}}_2 = -2,344868459 \quad (-04) \end{array}$$


PESETAS

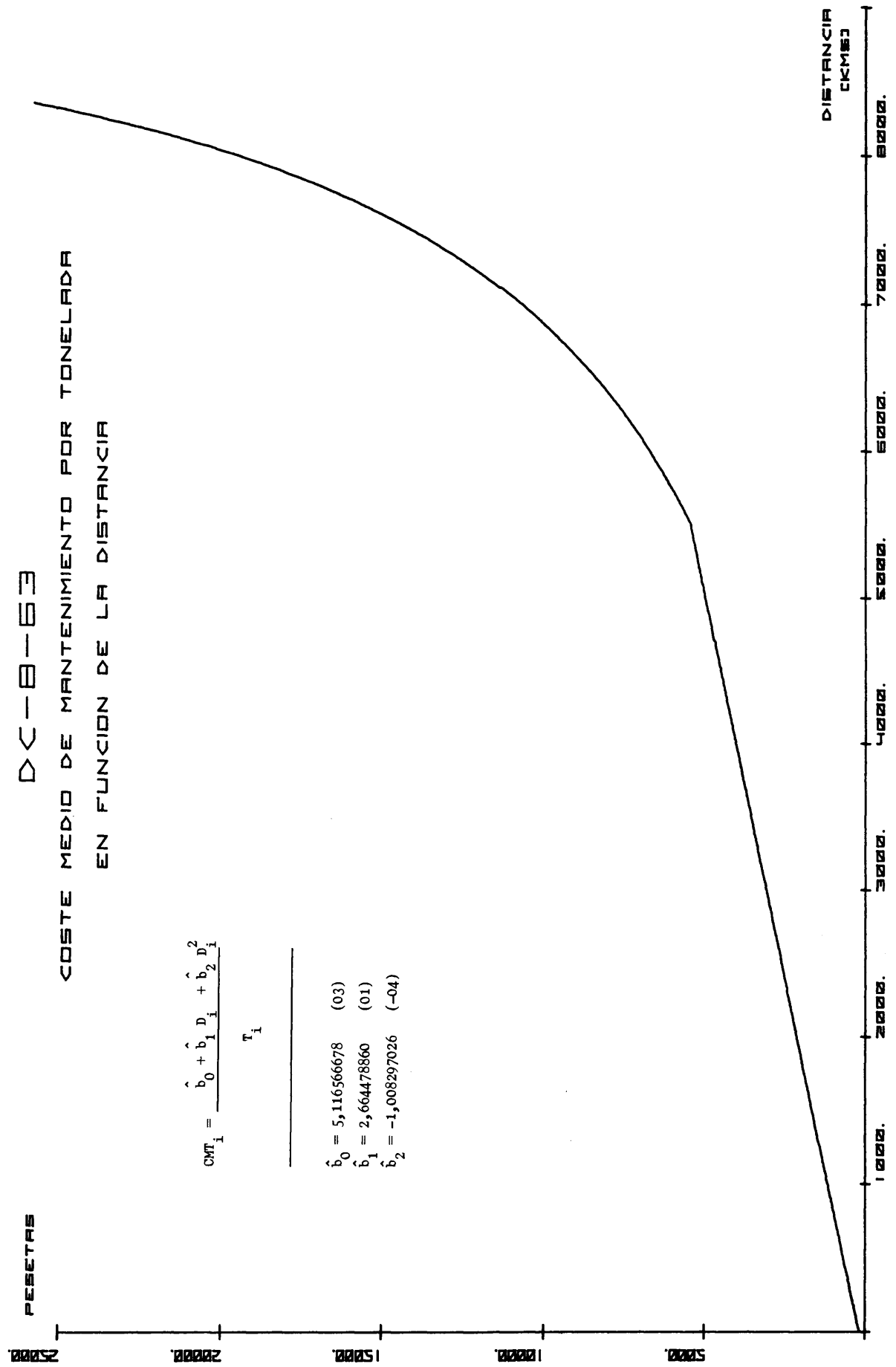
DC-8-63

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

- $\hat{b}_0 = 5,116566678$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 2,664478860$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -1,008297026$  (-04)

DISTANCIA  
KMS



PEREYAS

00-0-50

# COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR TONELADA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$T_i$

$\hat{b}_0 = 4,823632432$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 2,657446744$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -5,267552447$  (-05)

15000

20000

25000

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$T_i$

- |                            |       |
|----------------------------|-------|
| $\hat{b}_0 = 1,848787244$  | (03)  |
| $\hat{b}_1 = 2,483643957$  | (01)  |
| $\hat{b}_2 = -2,165982080$ | (-03) |

1000

2000

3000

4000

DISTANCIA  
KMS

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

3500.

PESETAS

DC-9-30

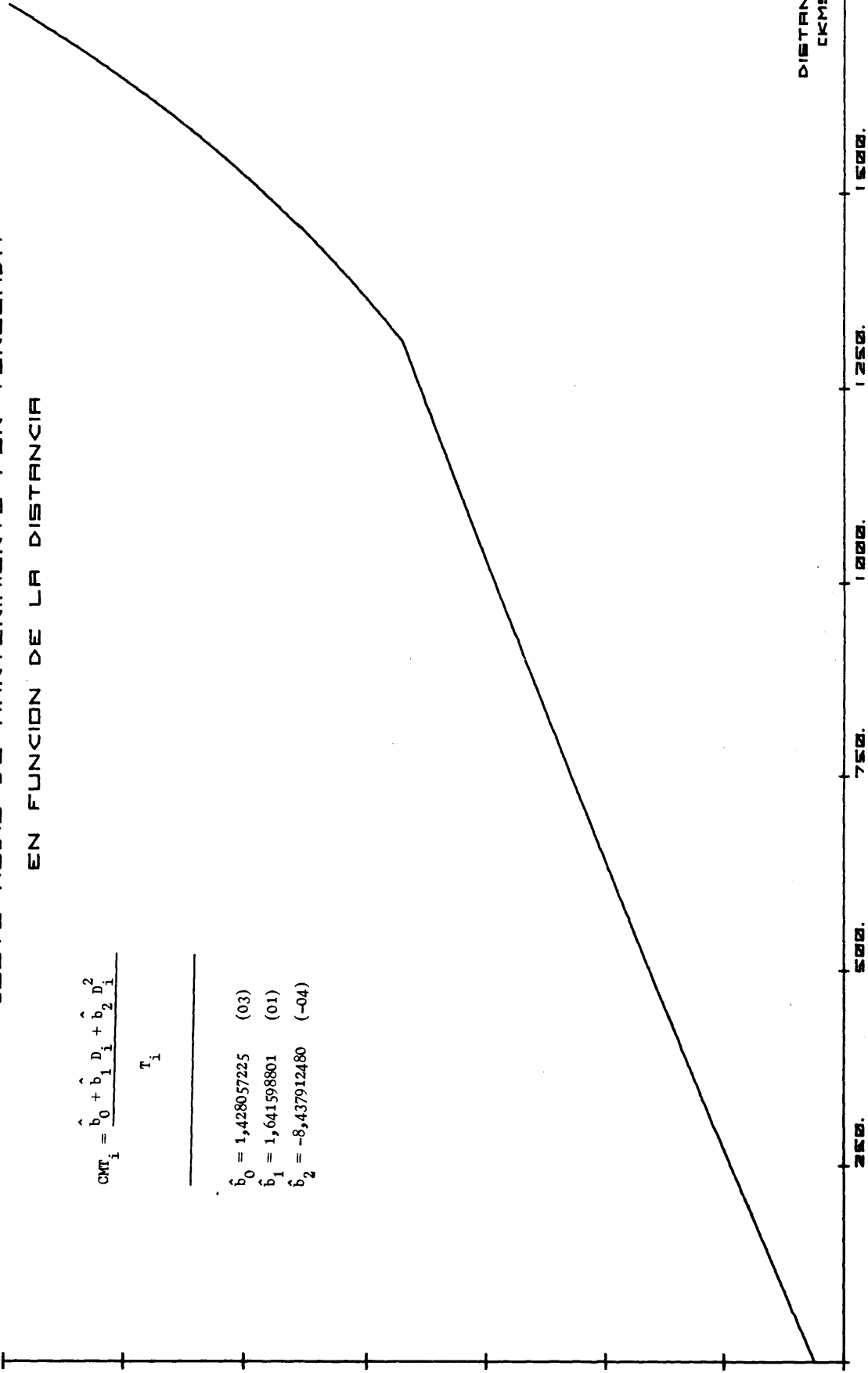
COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO POR TONELADA  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMT_i = \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{T_i}$$

$T_i$

- $\hat{b}_0 = 1,428057225$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 1,641598801$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -8,437912480$  (-04)

2500  
2000  
1500  
1000  
500



DISTANCIA  
KMES

2500.

5000.

7500.

10000.

12500.

15000.

17500.

PESETAS

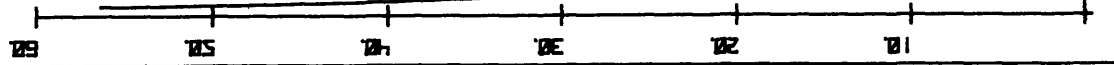
BOEING-747

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 P.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CM_{AKO}_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

- $\hat{b}_0 = 7,789796970 \quad (03)$   
 $\hat{b}_1 = 4,355800355 \quad (01)$   
 $\hat{b}_2 = -4,001051141 \quad (-04)$



DISTANCIA  
KM

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 P.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CM_{AKO}_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

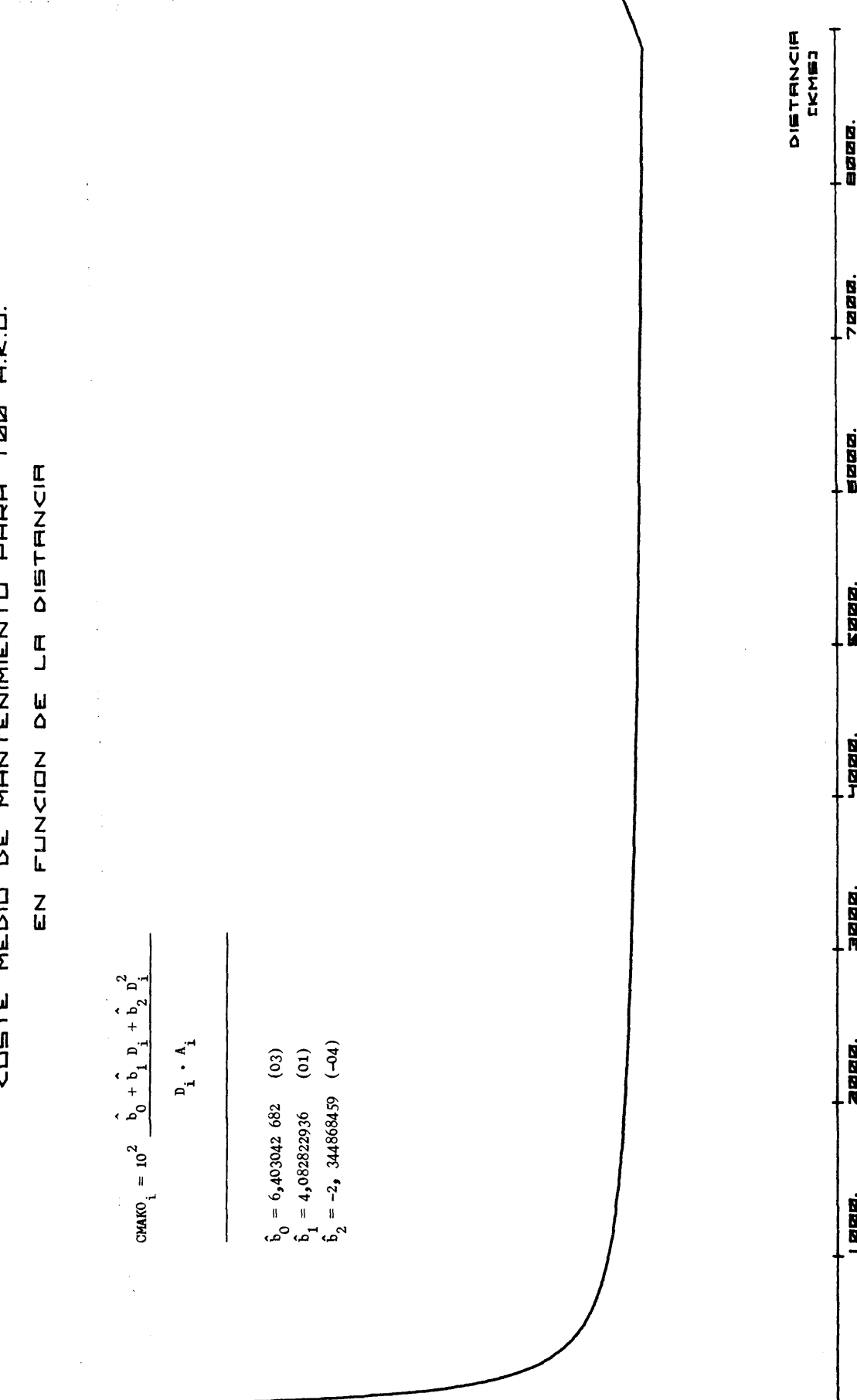
$$D_i \cdot A_i$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 6,403042 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 4,08282936 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -2,344868459 \quad (-04) \end{aligned}$$

25  
20  
15  
10

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.



PESETAS

DC-8-63

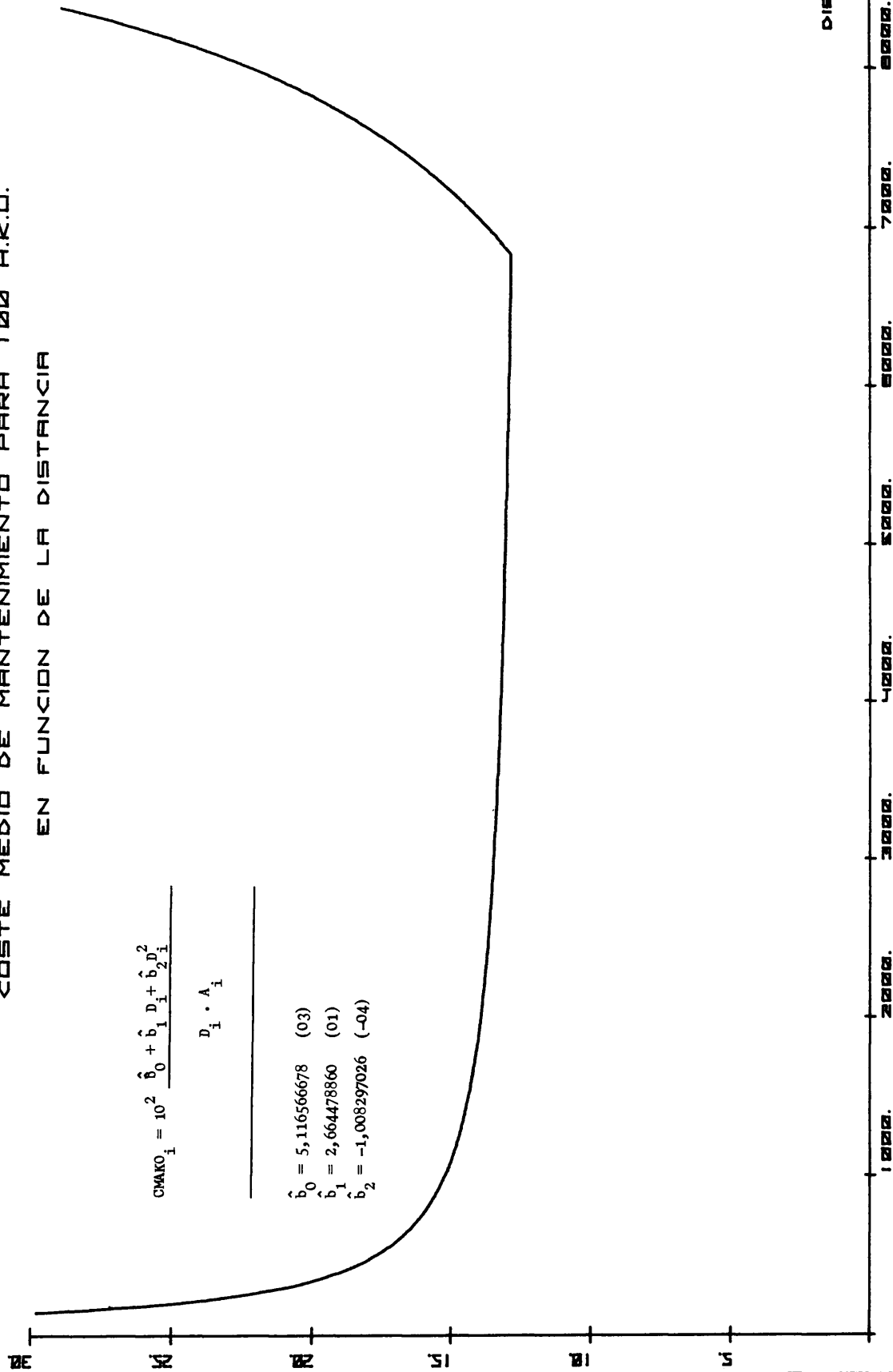
COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 P.K.O.

EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CM_{AKO}_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 5,116566678 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 2,664478860 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -1,008297026 \quad (-04) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
CKMS



PERSETA

DC-B-50

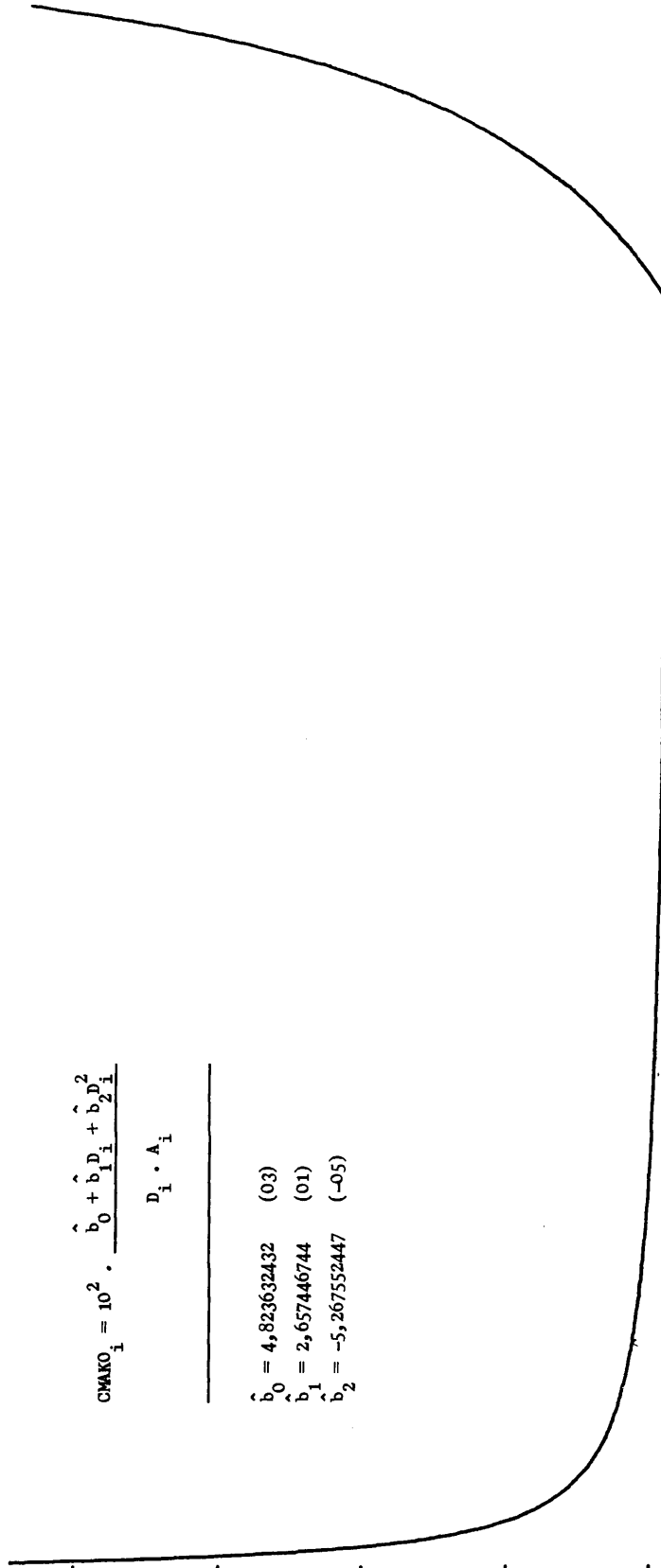
# COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 A.K.O. EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMAKO_1 = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

- $\hat{b}_0 = 4,823632432$  (03)
- $\hat{b}_1 = 2,657446744$  (01)
- $\hat{b}_2 = -5,267552447$  (-05)

07 06 05 04 03 02 01



DISTANCIA  
KMS

1 000. 2 000. 3 000. 4 000. 5 000. 6 000. 7 000. 8 000.

PESETAS

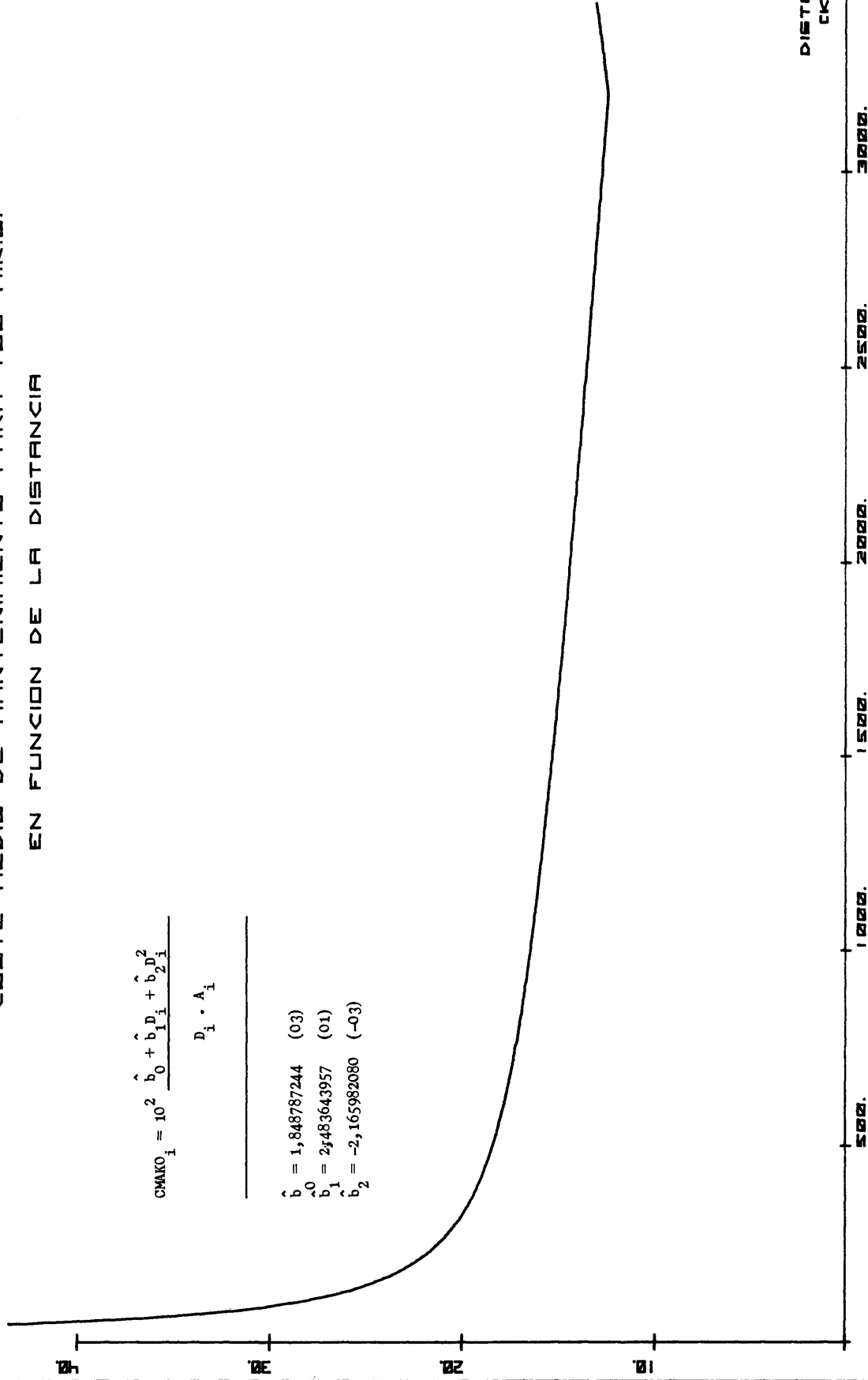
BOEING-727

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 P.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMACO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$D_i \cdot A_i$$

- $\hat{b}_0 = 1,848787244$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 2,483643957$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -2,165982080$  (-03)



DISTANCIA  
CKMS

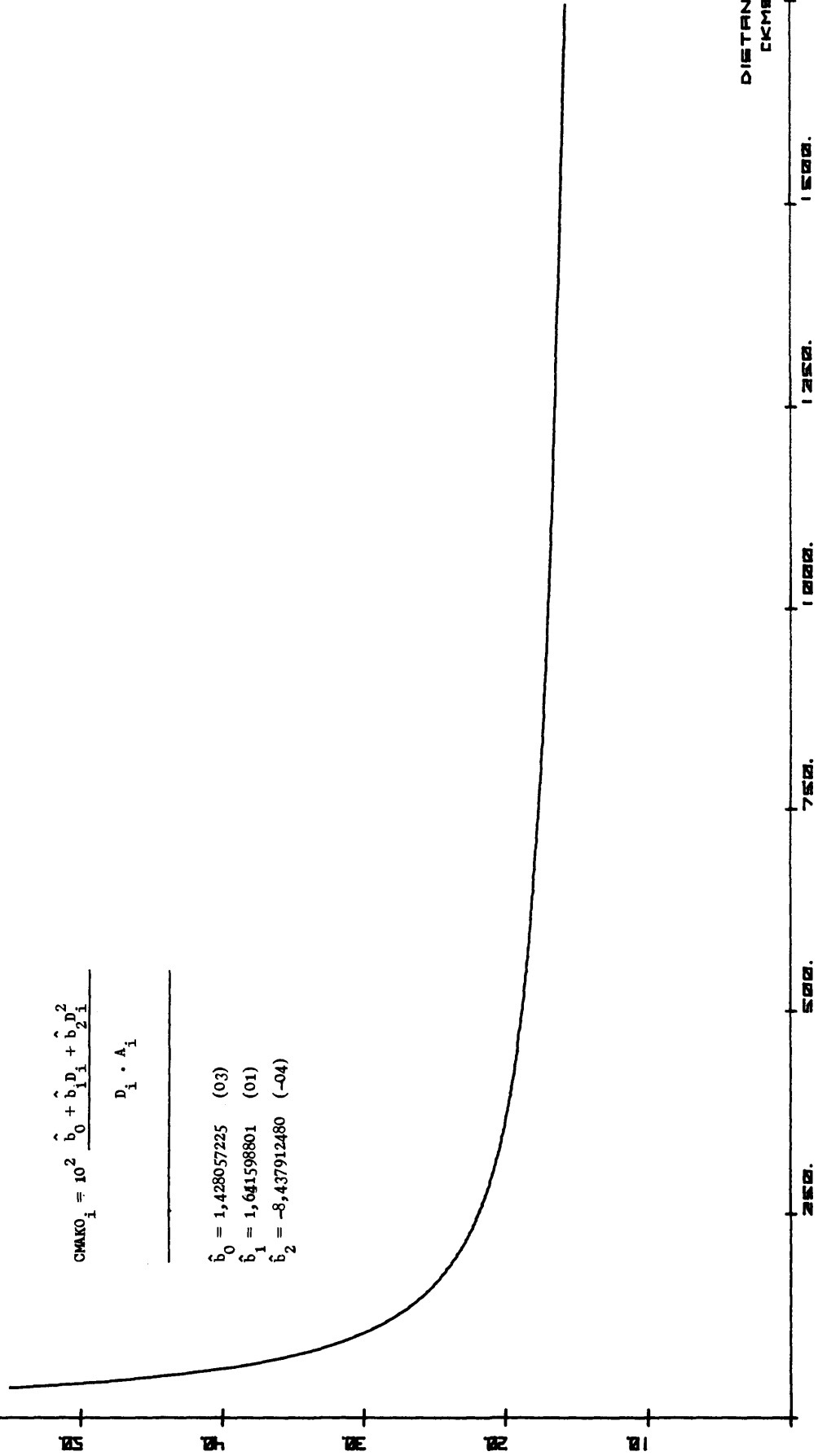
PEMETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 P.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMAKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot A_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,428057225 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 1,641598801 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -8,437912480 \quad (-04) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMS

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

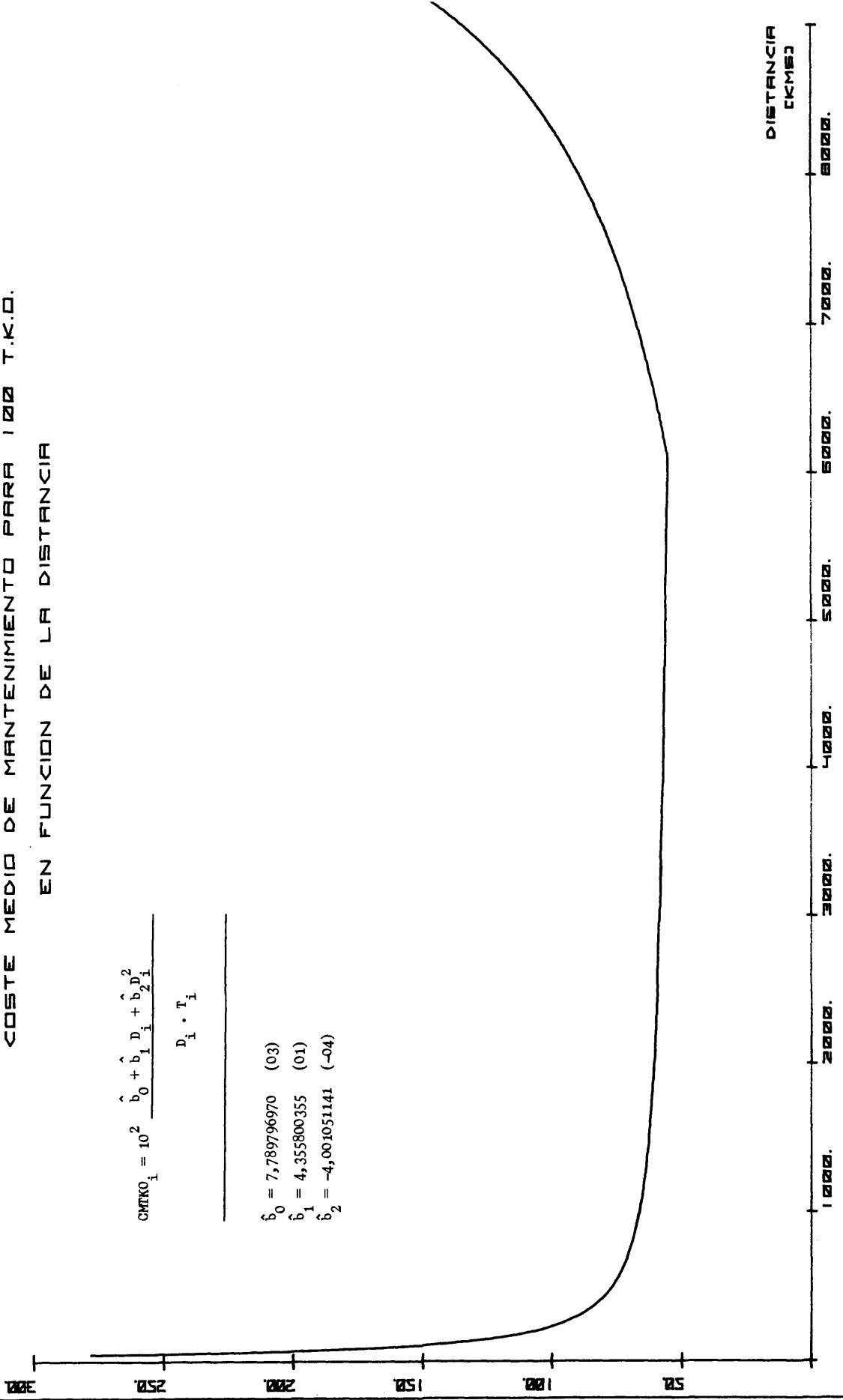
$$CMTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 7,789796970 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 4,355800355 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -4,001051141 \quad (-04) \end{aligned}$$

300  
250  
200  
150  
100  
50

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.



PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$\hat{b}_0 = 6,403042682$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 4,08282936$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -2,344868459$  (-04)

1000  
1000  
1000  
1000  
1000  
1000

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS

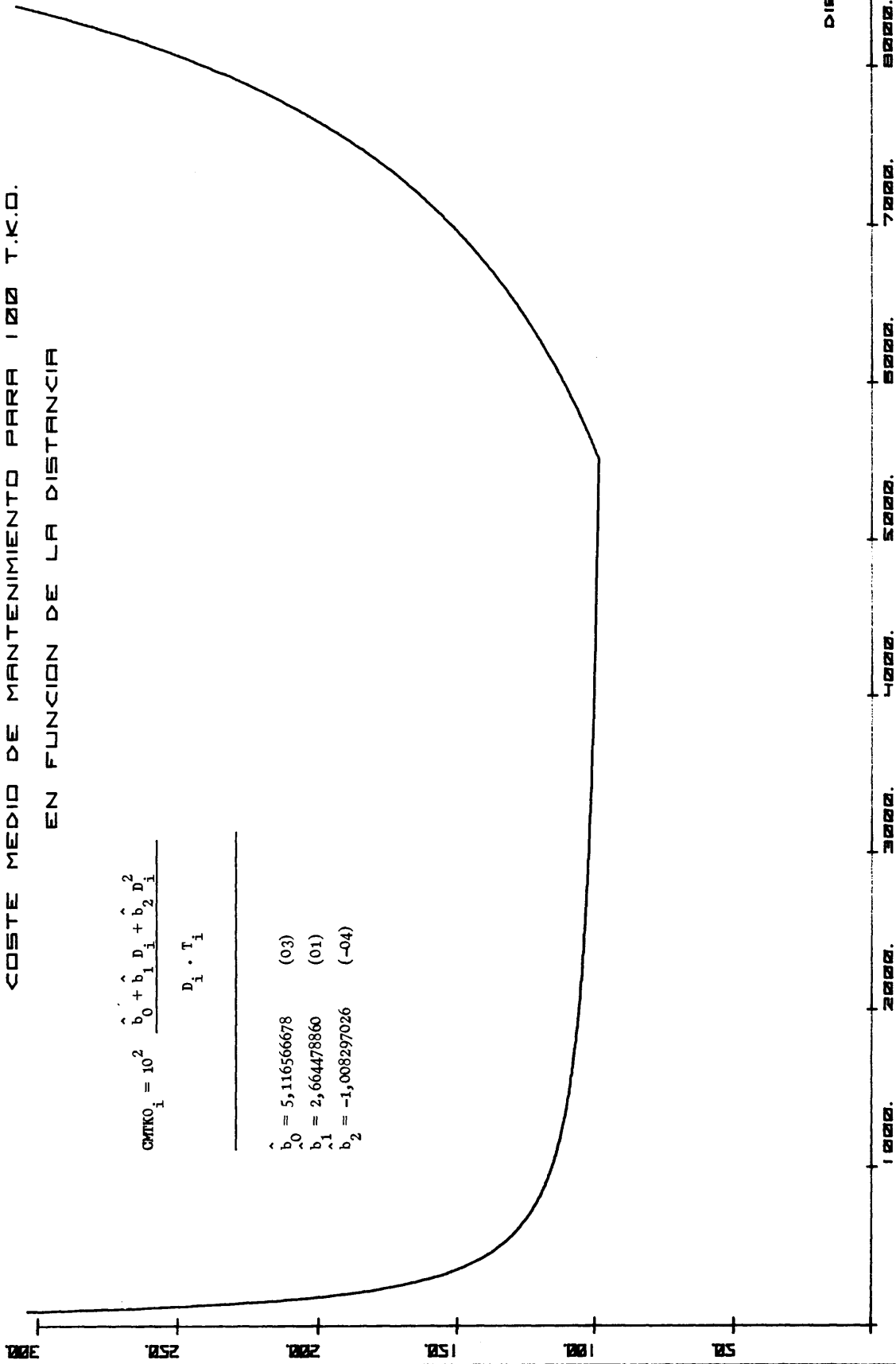
0<-8-63

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$D_i \cdot T_i$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 5,116566678 & (03) \\ \hat{b}_1 &= 2,664478860 & (01) \\ \hat{b}_2 &= -1,008297026 & (-04) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMS

PESETAS

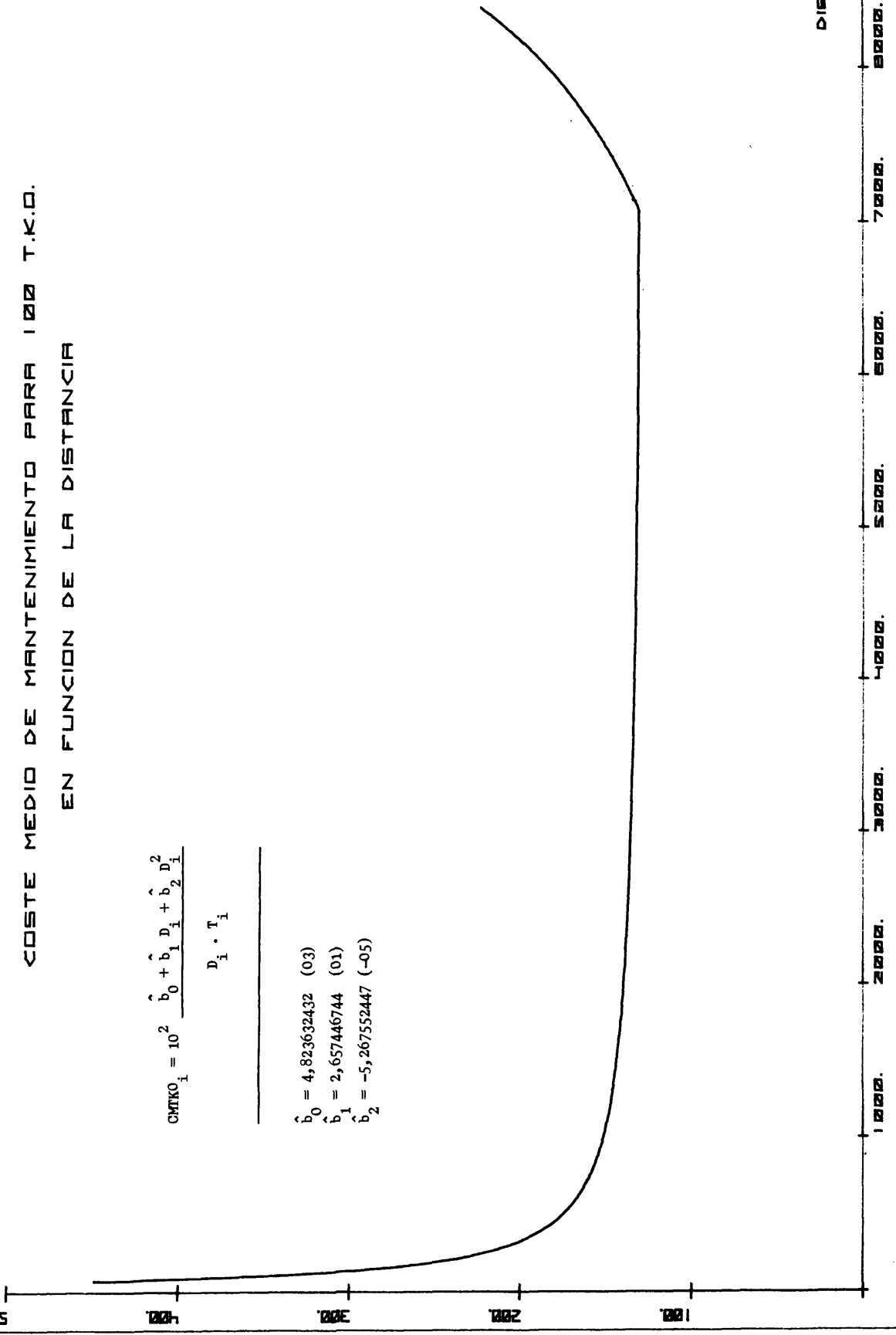
D<-B-50

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$D_i \cdot T_i$$

- $\hat{b}_0 = 4,823632432 \quad (03)$
- $\hat{b}_1 = 2,657446744 \quad (01)$
- $\hat{b}_2 = -5,267552447 \quad (-05)$



DISTANCIA  
(KMS)

PESETAS

BOEING-727

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 T.K.O.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,848787244 \quad (03) \\ \hat{b}_1 &= 2,483643957 \quad (01) \\ \hat{b}_2 &= -2,165982080 \quad (-03) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
KMS





PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO DE MANTENIMIENTO PARA 100 T.K.D.  
EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CMTKO_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{D_i \cdot T_i}$$

$D_i \cdot T_i$

$\hat{b}_0 = 1,428057225$  (03)  
 $\hat{b}_1 = 1,641598801$  (01)  
 $\hat{b}_2 = -8,437912480$  (-04)

500

400

300

200

100

DISTANCIA  
CKMSJ

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

PESETAS  
CMILES

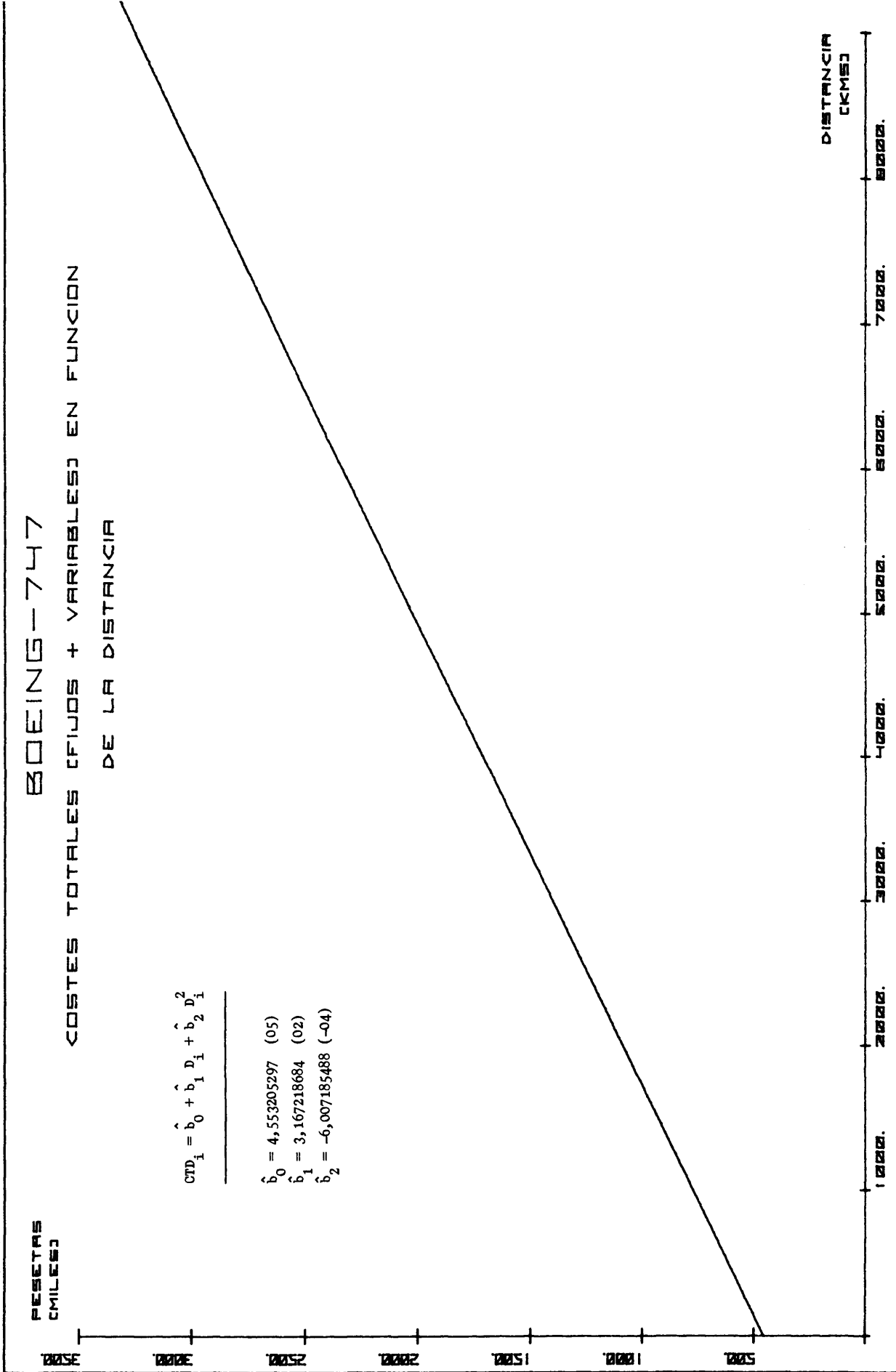
BOEING-747

COSTES TOTALES (FIJOS + VARIABLES) EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 4,553205297 \quad (05) \\ \hat{b}_1 &= 3,167218684 \quad (02) \\ \hat{b}_2 &= -6,007185488 \quad (-04) \end{aligned}$$

DISTANCIA  
CMILES



PESETAS  
MILES

DC-10-30

COSTES TOTALES (FIJOS + VARIABLES) EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\hat{b}_0 = 3,222908707 \quad (05)$$

$$\hat{b}_1 = 2,552200596 \quad (02)$$

$$\hat{b}_2 = -1,151360748 \quad (-04)$$

3000  
2500  
2000  
1500  
1000  
500

DISTANCIA  
KMS

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

PESETAS  
CMILES

D<-8-63

COSTES TOTALES (FIJOS + VARIABLES) EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 p_i + \hat{b}_2 p_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 2,258482884 \quad (05) \\ \hat{b}_1 &= 1,969604154 \quad (02) \\ \hat{b}_2 &= -2,318650127 \quad (-04) \end{aligned}$$

2000

1500

1000

500

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

D<-B-50

COSTES TOTALES (FIJOS + VARIABLES) EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

- $\hat{b}_0 = 1,655905928$  (05)  
 $\hat{b}_1 = 1,837235444$  (02)  
 $\hat{b}_2 = 3,563547693$  (-04)

PESETAS  
CMILES

2000

1500

1000

500

DISTANCIA  
CMES

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS  
CMILES

BOEING-727

COSTES TOTALES (FIJOS + VARIABLES) EN FUNCION  
DE LA DISTANCIA

$$CTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 1,402002942 \quad (05) \\ \hat{b}_1 &= 1,716580782 \quad (02) \\ \hat{b}_2 &= -1,412107865(-02) \end{aligned}$$

1500

1750

2000

2250

DISTANCIA  
KMS

500.

1000.

1500.

2000.

2500.

3000.

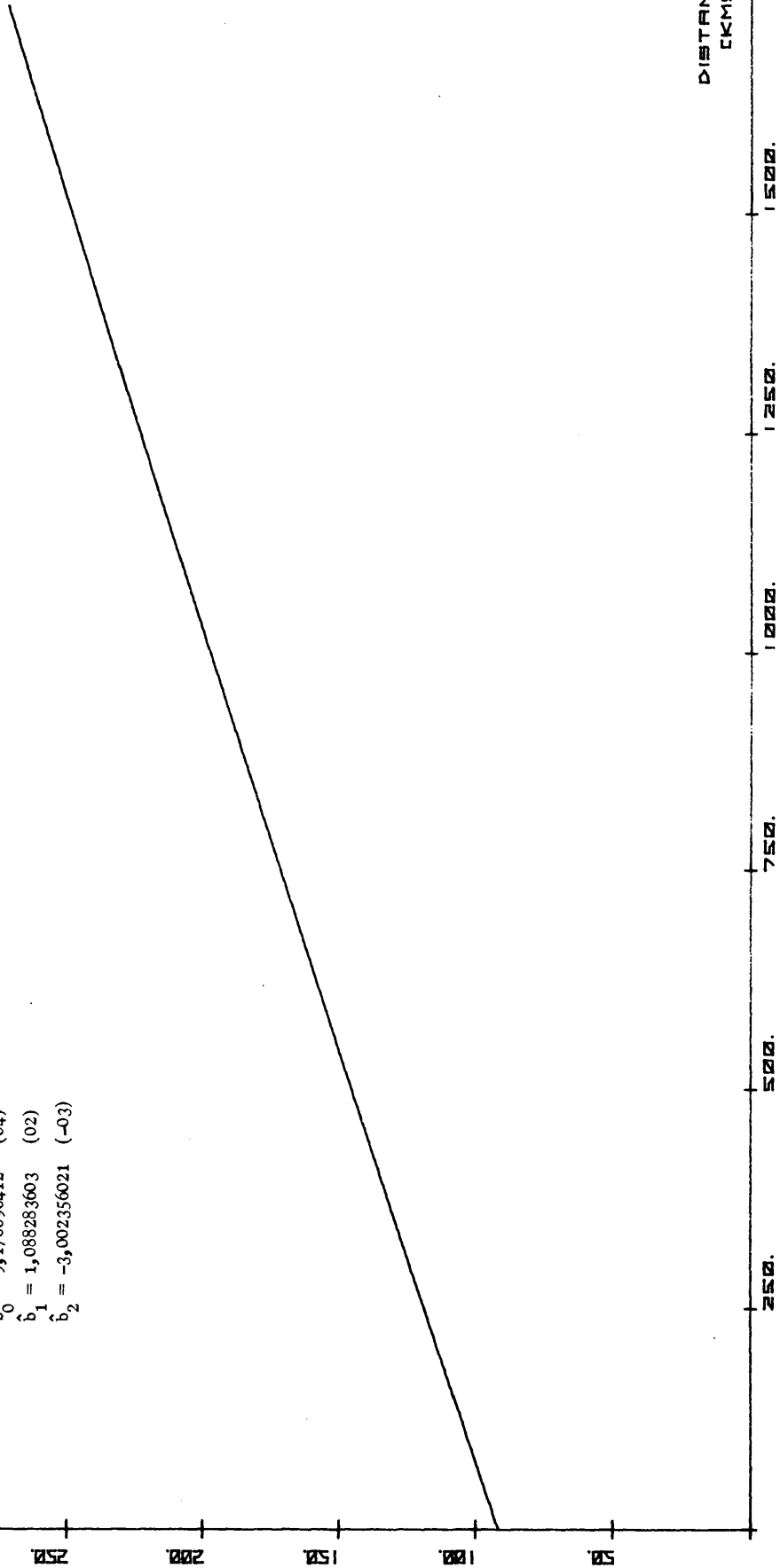
3500.

PESETAS  
MILES

# DC-9-30 COSTES TOTALES (FIJOS + VARIABLES) EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$CTD_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2$$

$$\begin{aligned} \hat{b}_0 &= 9,176696412 \quad (04) \\ \hat{b}_1 &= 1,088283603 \quad (02) \\ \hat{b}_2 &= -3,002356021 \quad (-03) \end{aligned}$$



DISTANCIA  
KMS

PESETAS

BOEING-747

COSTE MEDIO TOTAL CFUJOS + VARIABLES IMPUTABLE AL  
ASIENTO Y A LA TONELADA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C^* TA_i = CTD_i \frac{K_1}{K_1 A_i + TC_i}$$

$$C^* TTC_i = CTD_i \frac{1}{K_1 A_i + TC_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $b_0 = 4,553205297$  (05)  
 $b_1 = 3,167218684$  (02)  
 $b_2 = -6,007185488$  (-04)

10000

20000

30000

40000

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.



PESETAS

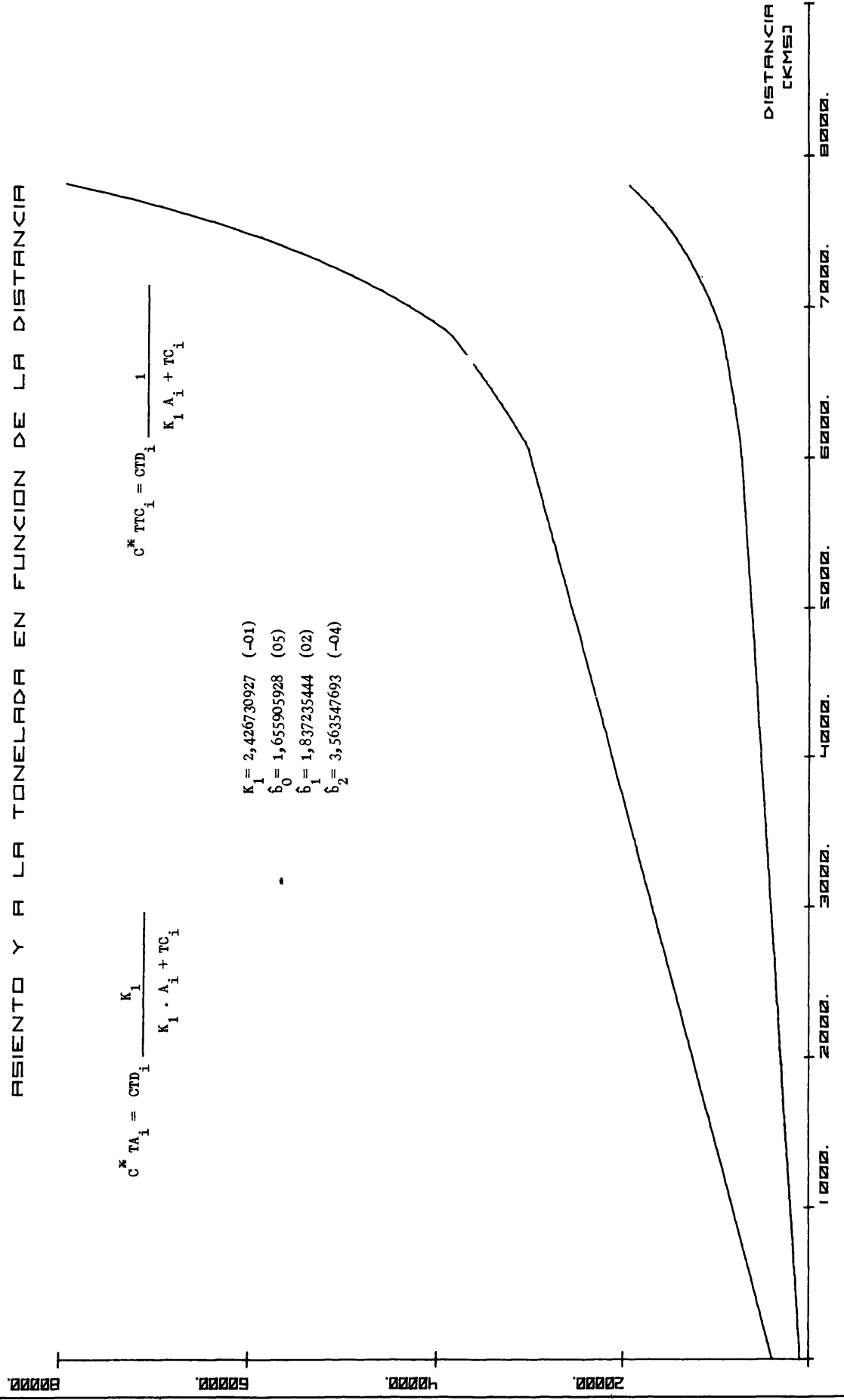
CC-B-S

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE AL  
ASIENTO Y A LA TONELADA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C^* TA_i = CTD_i \frac{K_1}{K_1 \cdot A_i + TC_i}$$

$$C^* TTC_i = CTD_i \frac{1}{K_1 A_i + TC_i}$$

$K_1 = 2,426730927 \quad (-01)$   
 $b_0 = 1,655905928 \quad (05)$   
 $b_1 = 1,837235444 \quad (02)$   
 $b_2 = 3,563547693 \quad (-04)$



PESETAS

D<-B-63

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE AL  
ASIENTO Y A LA TONELADA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C^* TA_i = CTD_i \frac{K_1}{K_1 \cdot A_i + TC_i}$$

$$C^* TTC_i = CTD_i \frac{1}{K_1 A_i + TC_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $b_0 = 2,258482884$  (05)  
 $b_1 = 1,969604154$  (02)  
 $b_2 = -2,318650127$  (-04)

DISTANCIA  
(KMS)

1000. 2000. 3000. 4000. 5000. 6000. 7000. 8000.

80000.

60000.

40000.

20000.

PESETAS

DC-10-30

COSTE MEDIO TOTAL CFUJOS + VARIABLES IMPUTABLE AL  
ASIENTO Y A LA TONELADA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{TA_i}^* = CTD_i \frac{k_1}{K_1 \cdot A_i + TC_i}$$

$$C_{TTC_i}^* = CTD_i \frac{1}{K_1 A_i + TC_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $b_0 = 3,222908707$  (05)  
 $b_1 = 2,552200596$  (02)  
 $b_2 = -1,151360748$  (-04)

40000

30000

20000

10000

DISTANCIA  
(KMS)

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

PESETAS

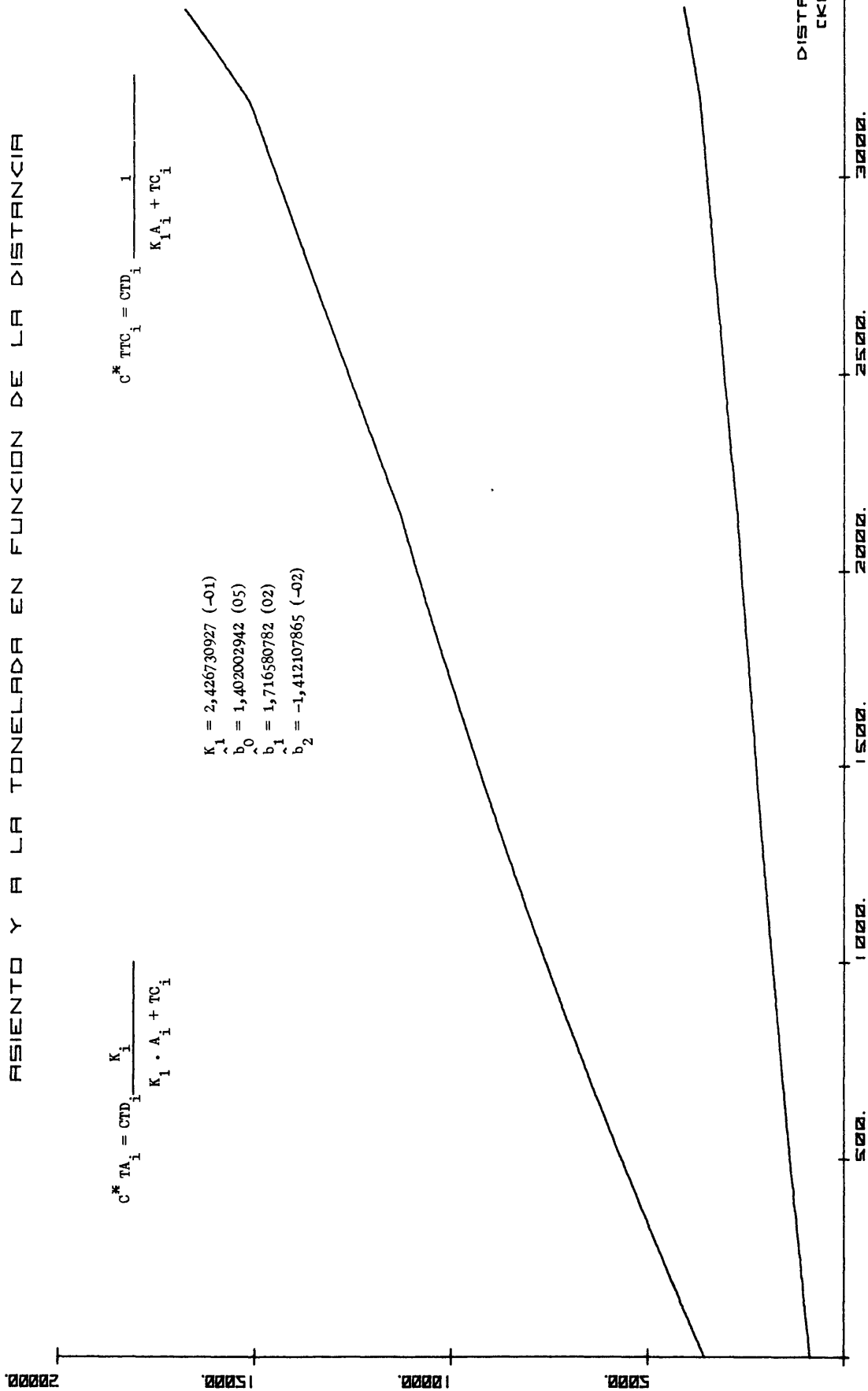
BOEING-727

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE AL  
ASIENTO Y A LA TONELADA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{TA_i}^* = CTD_i \frac{K_i}{K_1 \cdot A_i + TC_i}$$

$$C_{TTC_i}^* = CTD_i \frac{1}{K_1 A_i + TC_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $b_0 = 1,402002942$  (05)  
 $b_1 = 1,716580782$  (02)  
 $b_2 = -1,412107865$  (-02)



DISTANCIA  
(KMS)

PESETAS

0-3-30

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE AL  
ASIENTO Y A LA TONELADA EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C^* TA_i = CTD_i \frac{K_1}{K_1 \cdot A_i + TC_i}$$

$$C^* TTC_i = CTD_i \frac{1}{K_1 A_i + TC_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $\hat{b}_0 = 9,176696412$  (02)  
 $\hat{b}_1 = 1,088283603$  (02)  
 $\hat{b}_2 = -3,002356021$  (-03)

12000.  
10000.  
8000.  
6000.  
4000.  
2000.

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

DISTANCIA  
(KMS)

PESETAS

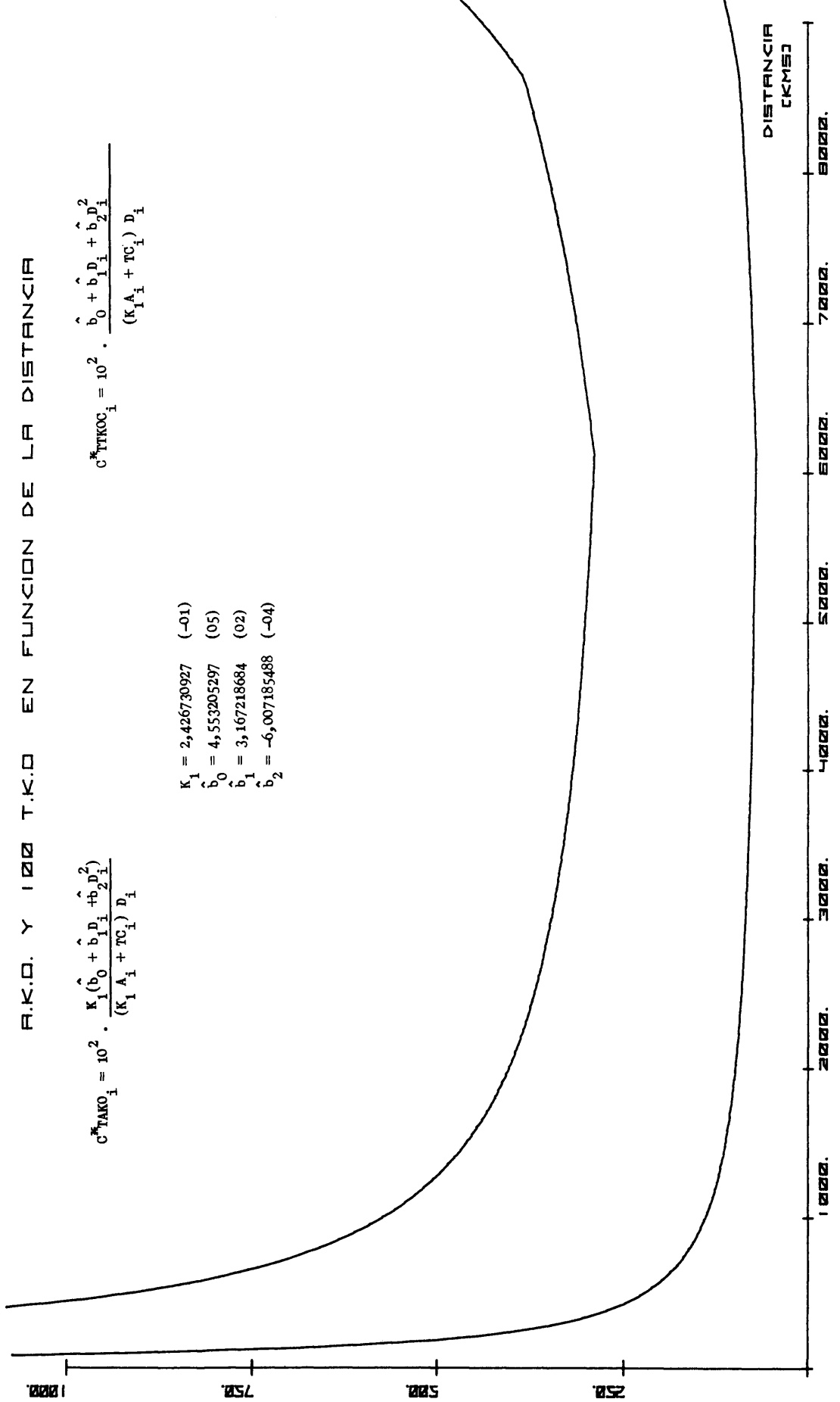
BOEING-747

COSTE MEDIO TOTAL CFUJOS + VARIABLES IMPUTABLE A 100  
A.K.O. Y 100 T.K.O EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{TAKO}^* = 10^2 \cdot \frac{K_1 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2)}{(\hat{K}_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$$C_{TYKOC}^* = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{(\hat{K}_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $\hat{b}_0 = 4,553205297$  (05)  
 $\hat{b}_1 = 3,167218684$  (02)  
 $\hat{b}_2 = -6,007185488$  (-04)



DISTANCIA  
KMS

8000.

7000.

6000.

5000.

4000.

3000.

2000.

1000.

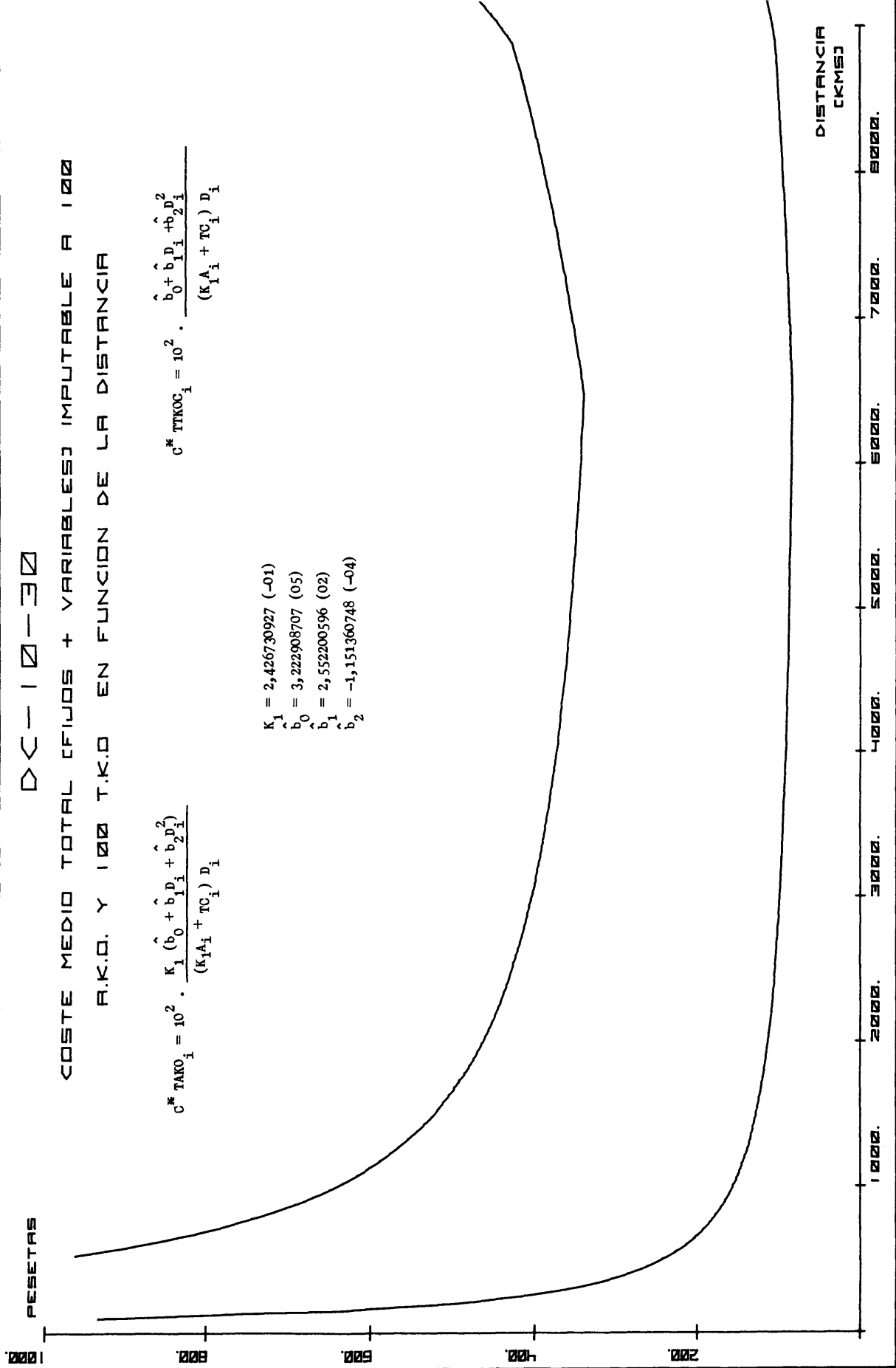
DC-10-30

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE A 100  
A.K.O. Y 100 T.K.O EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C^* \text{ TAKO}_i = 10^2 \cdot \frac{K_1 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2)}{(K_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$$C^* \text{ TTKOC}_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{(K_1 A_i + TC_i) D_i}$$

- $K_1 = 2,426730927 \text{ (-01)}$
- $\hat{b}_0 = 3,222908707 \text{ (05)}$
- $\hat{b}_1 = 2,552200596 \text{ (02)}$
- $\hat{b}_2 = -1,151360748 \text{ (-04)}$



PESETAS

D<-B-53

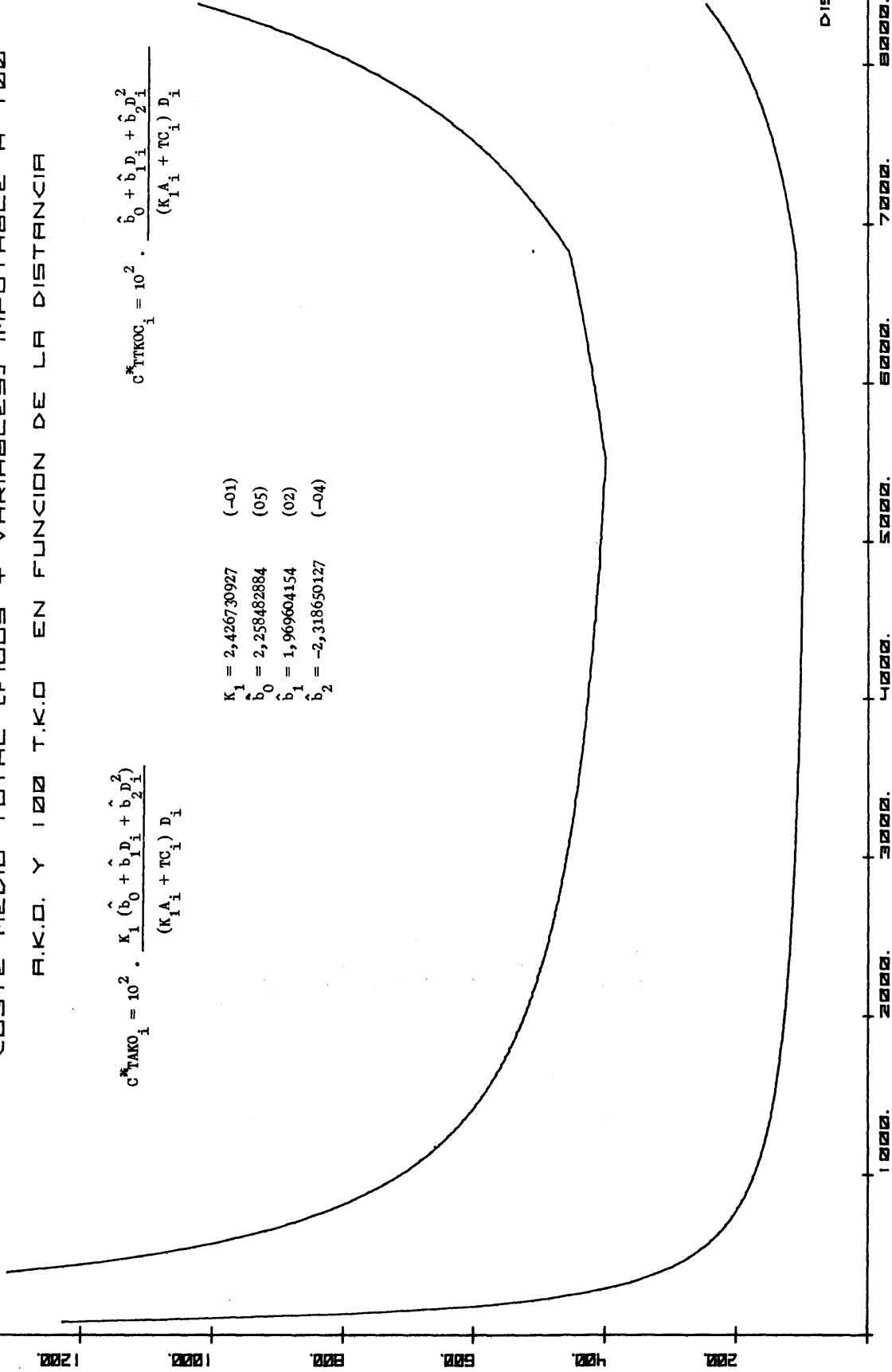
COSTE MEDIO TOTAL CFUJOS + VARIABLES IMPUTABLE A 100

A.K.O. Y 100 T.K.O EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{TAKO}^* = 10^2 \cdot \frac{K_1 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2)}{(K_1 A_1 + TC_1) D_1}$$

$$C_{TTKOC}^* = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_1 + \hat{b}_2 D_1^2}{(K_1 A_1 + TC_1) D_1}$$

- $K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $\hat{b}_0 = 2,258482884$  (05)  
 $\hat{b}_1 = 1,969604154$  (02)  
 $\hat{b}_2 = -2,318650127$  (-04)



DISTANCIA  
(KMS)



PESETAS

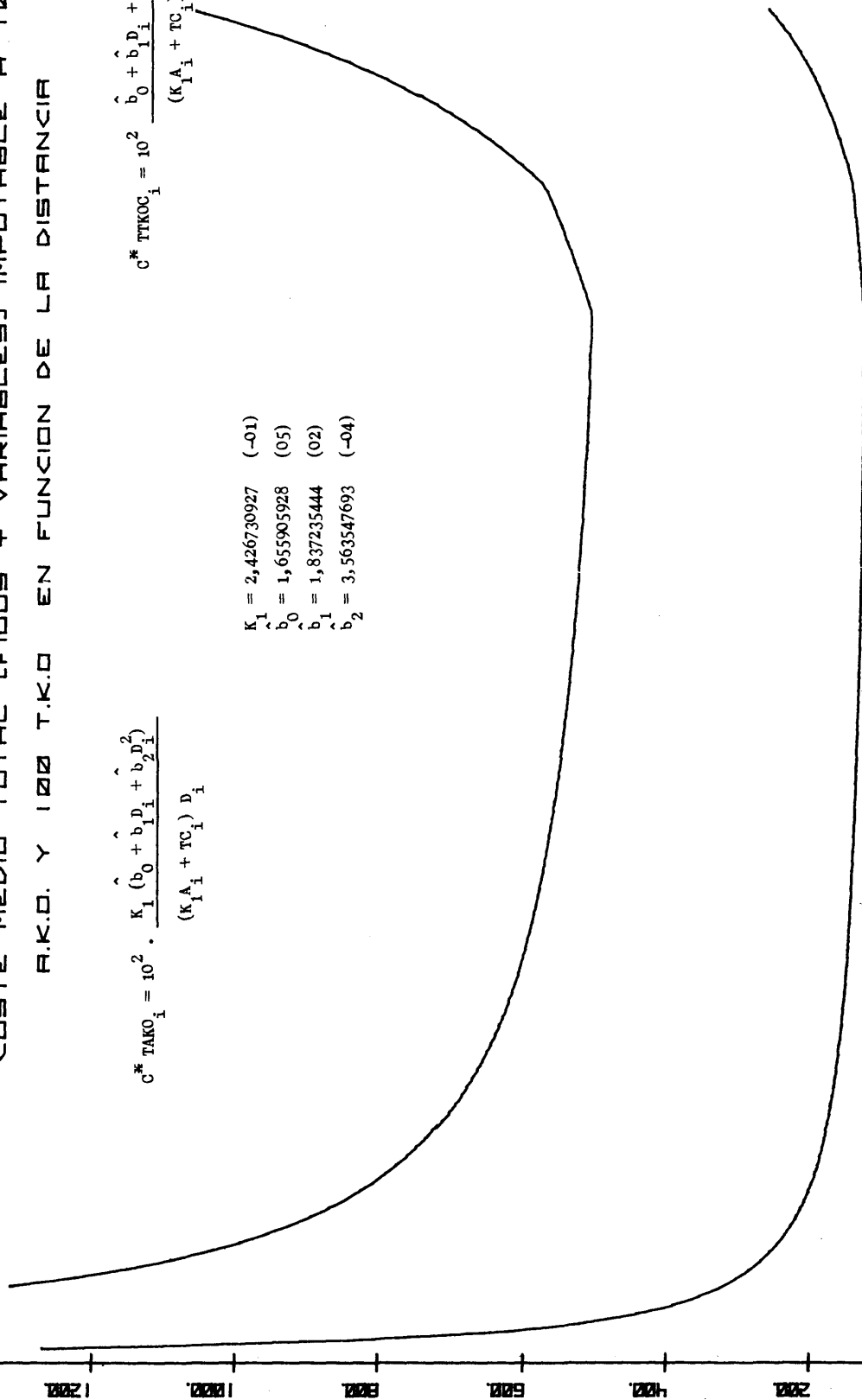
DC-B-50

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE A 100  
A.K.O. Y 100 T.K.O EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C^*_{TAKO}_i = 10^2 \cdot \frac{K_1 (b_0 + b_1 D_i + b_2 D_i^2)}{(K_1 A_i + TC_1) D_i}$$

$$C^*_{TTKOC}_i = 10^2 \cdot \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{(K_1 A_i + TC_1) D_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $\hat{b}_1 = 1,655905928$  (05)  
 $\hat{b}_0 = 1,837235444$  (02)  
 $\hat{b}_2 = 3,563547693$  (-04)



DISTANCIA  
(KMS)

PESETAS

BOEING-727

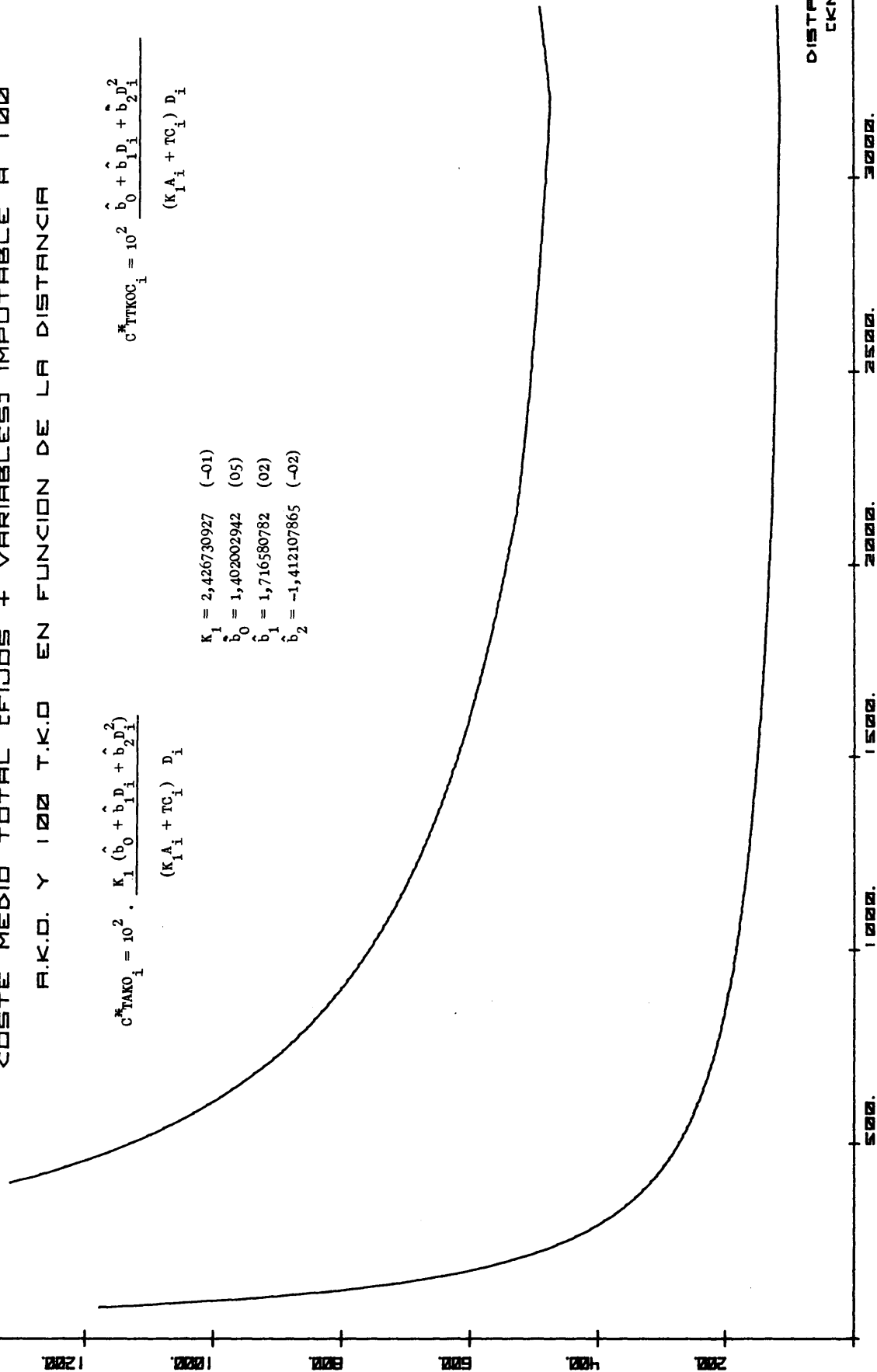
COSTE MEDIO TOTAL CFUJOS + VARIABLES IMPUTABLE A 100

A.K.O. Y 100 T.K.O EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C_{TAKO}^* = 10^2 \cdot \frac{K_1 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2)}{(K_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$$C_{TTKOC}^* = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{(K_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $\hat{b}_0 = 1,402002942$  (05)  
 $\hat{b}_1 = 1,716580782$  (02)  
 $\hat{b}_2 = -1,412107865$  (-02)



DISTANCIA  
(KMS)

PESETAS

DC-9-30

COSTE MEDIO TOTAL (FIJOS + VARIABLES) IMPUTABLE A 100

A.K.O. Y 100 T.K.O EN FUNCION DE LA DISTANCIA

$$C^*_{TKO}_i = 10^2 \cdot \frac{K_1 (\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2)}{(K_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$$C^*_{TKO}_i = 10^2 \frac{\hat{b}_0 + \hat{b}_1 D_i + \hat{b}_2 D_i^2}{(K_1 A_i + TC_i) D_i}$$

$K_1 = 2,426730927$  (-01)  
 $\hat{b}_0 = 9,176696412$  (04)  
 $\hat{b}_1 = 1,088283603$  (02)  
 $\hat{b}_2 = -3,002356021$  (-03)

1750

1500

1250

1000

750

500

250

250.

500.

750.

1000.

1250.

1500.

1750.

DISTANCIA  
KMS

# MODELO I

RELACION PORCENTUAL ENTRE LAS PRODUCCIONES REAL Y ESTIMADA

2002

2001

0

B.D.R.C.

R. INDIA

GRANTRAS

B.C.R.

ALTRALIA

VARIG

R. ARGENTINAS

SABENA

S.A.R.

EGIPTAIR

VIASA

AMERICAN

LAN CHILE

R. FRANCE

FINAIR

R. CANADA

K.L.M.

T.A.P.

P.A.R.

LUFTHANSR

R. MEXICO

JAPPAN

AVIARCA

NATIONAL

BRANIFF

IBERIA

# MODELO II

RELACION PORCENTUAL ENTRE LAS PRODUCCIONES REAL Y ESTIMADA

2002

2001

0

B.D.C.

B.C.R.

GUANTANAMO

ITALIA

INDIA

IRAN

EGIPTO

IRAN

CHILE

PEROLINERS

S.A.R.

AMERICAN

VISSA

FINLANDIA

FRANCIA

CANADA

LUTHERANS

K.L.M.

P.R.A.

JAPON

MEXICO

T.R.P.

AVIANCA

NATIONAL

BRANIFF

IBERIA

# MODELO III

RELACION PORCENTUAL ENTRE LAS PRODUCCIONES REAL Y ESTIMADA

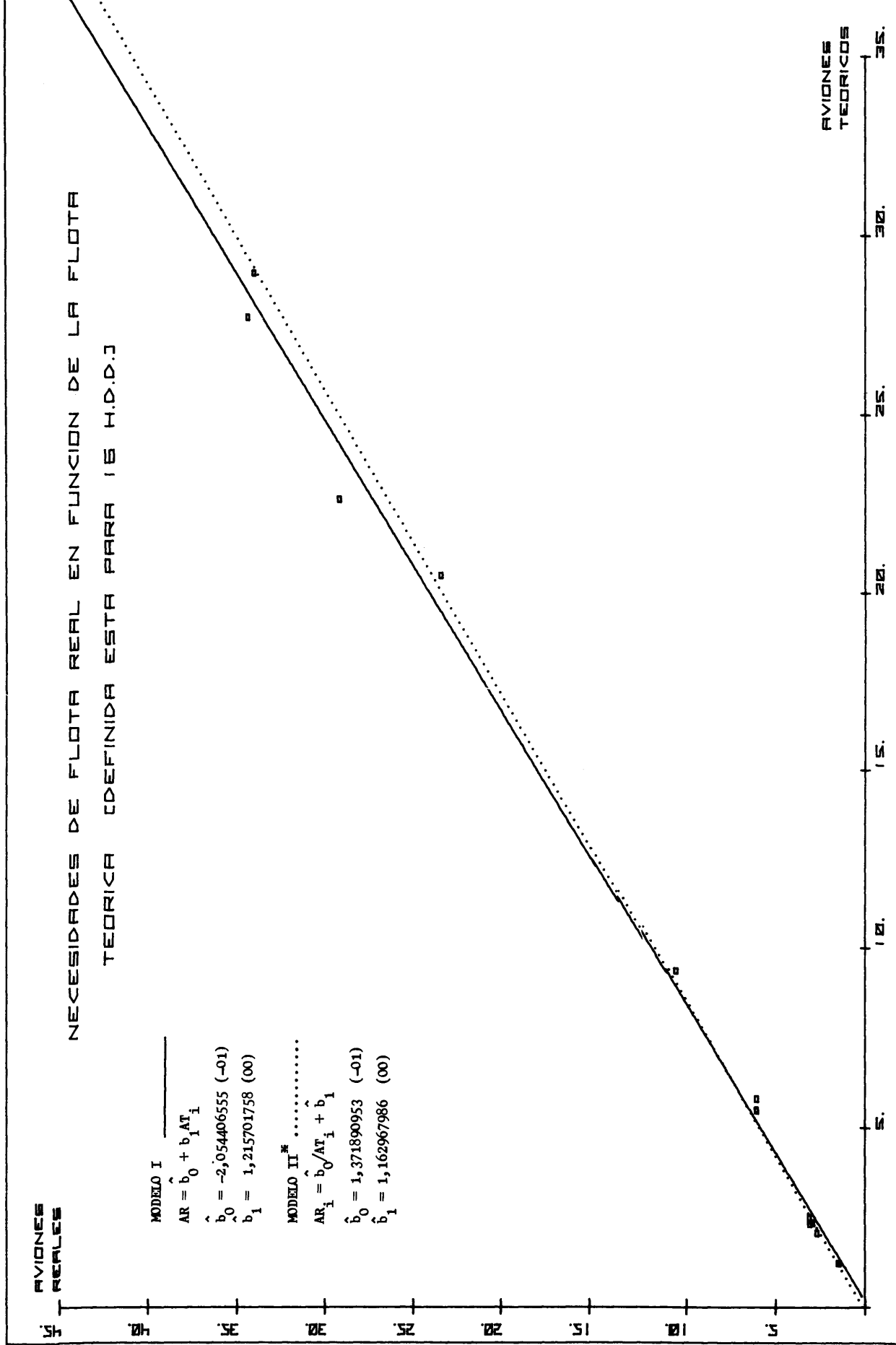
2002

2001

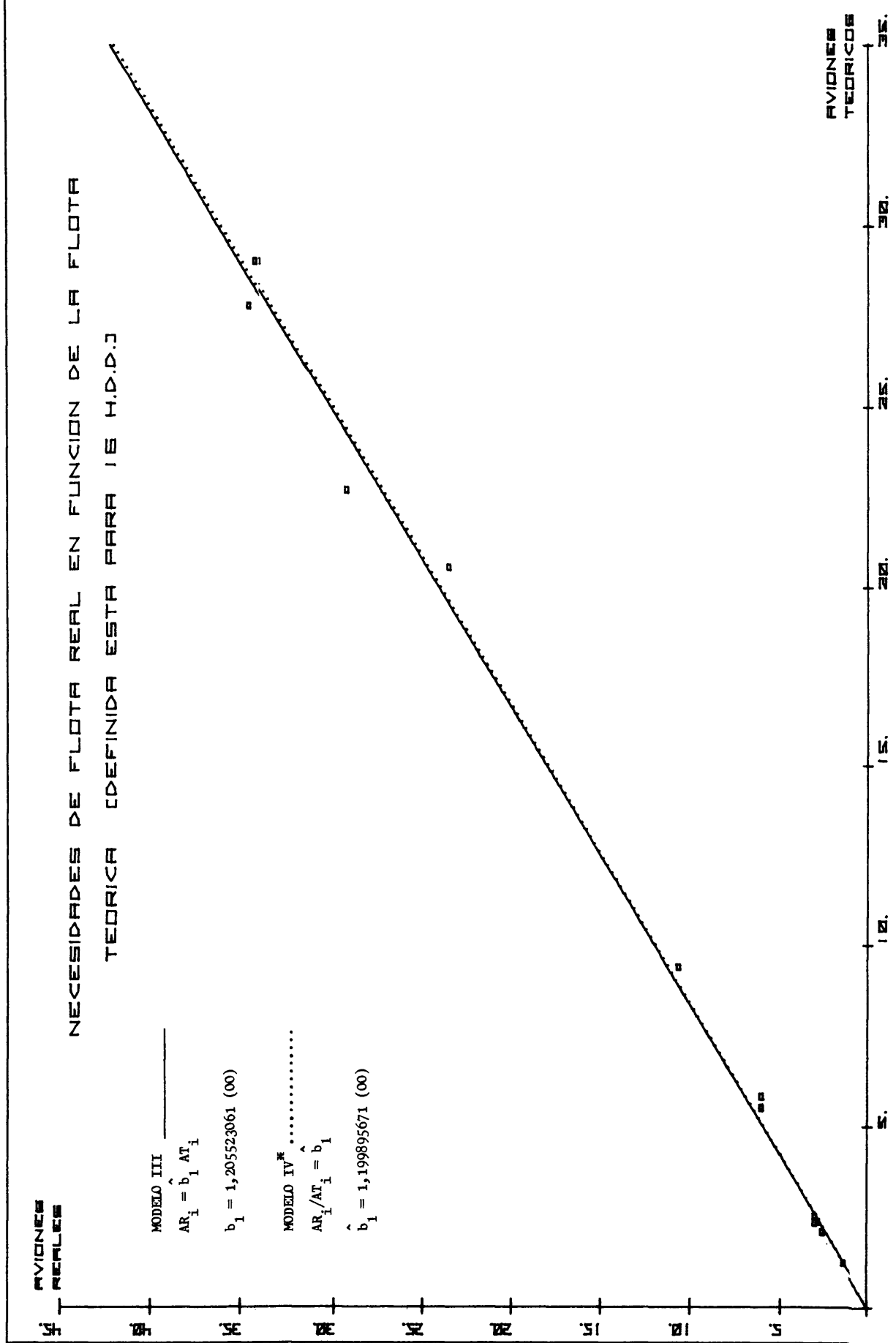
0

R. INDIA  
GRNTRAS  
S.A.R.  
SABENA  
B.D.R.C.  
EGIPTO  
LAN CHILE  
ALITRA  
T.A.P.  
B.E.R.  
R. ARGENTINA  
JAPON  
FINNIA  
R. CANADA  
LUFTHANSA  
VARIG  
R. FRANCE  
VISA  
K.L.M.  
IBERIA  
NATIONAL  
P.R.R.  
AVIANCA  
AMERICAN  
R. MEXICO  
BRNFT

GRÁFICO: G-6-1



\* En el gráfico se representa la función lineal  $AR_i = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 AT_i$

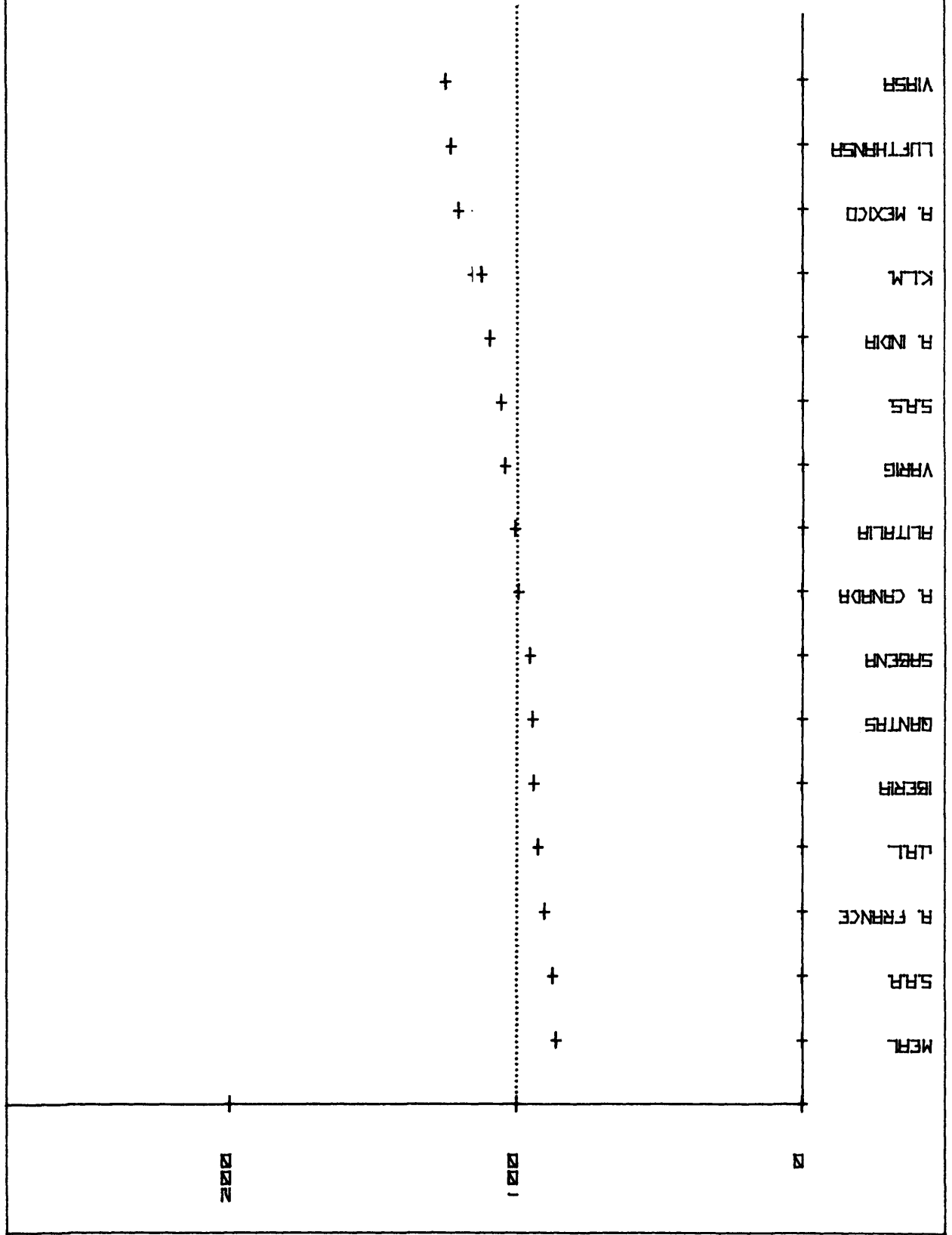


\* En el gráfico se representa la función lineal  $AR_i = \hat{b}_1 AT_i$



INDICE RELATIVO DE UTILIZACION CONJUNTA DE LAS FLOTAS POR COMPAÑIAS

GRAFICO: G-6-3



ROTACIONES  
DE LA RED

ROTACIONES DE LA RED EN FUNCION DE LAS ROTACIONES  
DE LA ETAPA MEDIA

MODELO I

$$RR_{ij} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 RM_{ij}$$

$$\hat{b}_0 = -2,955676379 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,083123919 \quad (00)$$

MODELO II\*

$$RR_{ij}/RM_{ij} = \hat{b}_0/RM_{ij} + \hat{b}_1$$

$$\hat{b}_0 = -1,390969786 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,073278780 \quad (00)$$

120

80

40

0

40

ROTACIONES  
E, MEDIA

120.

80.

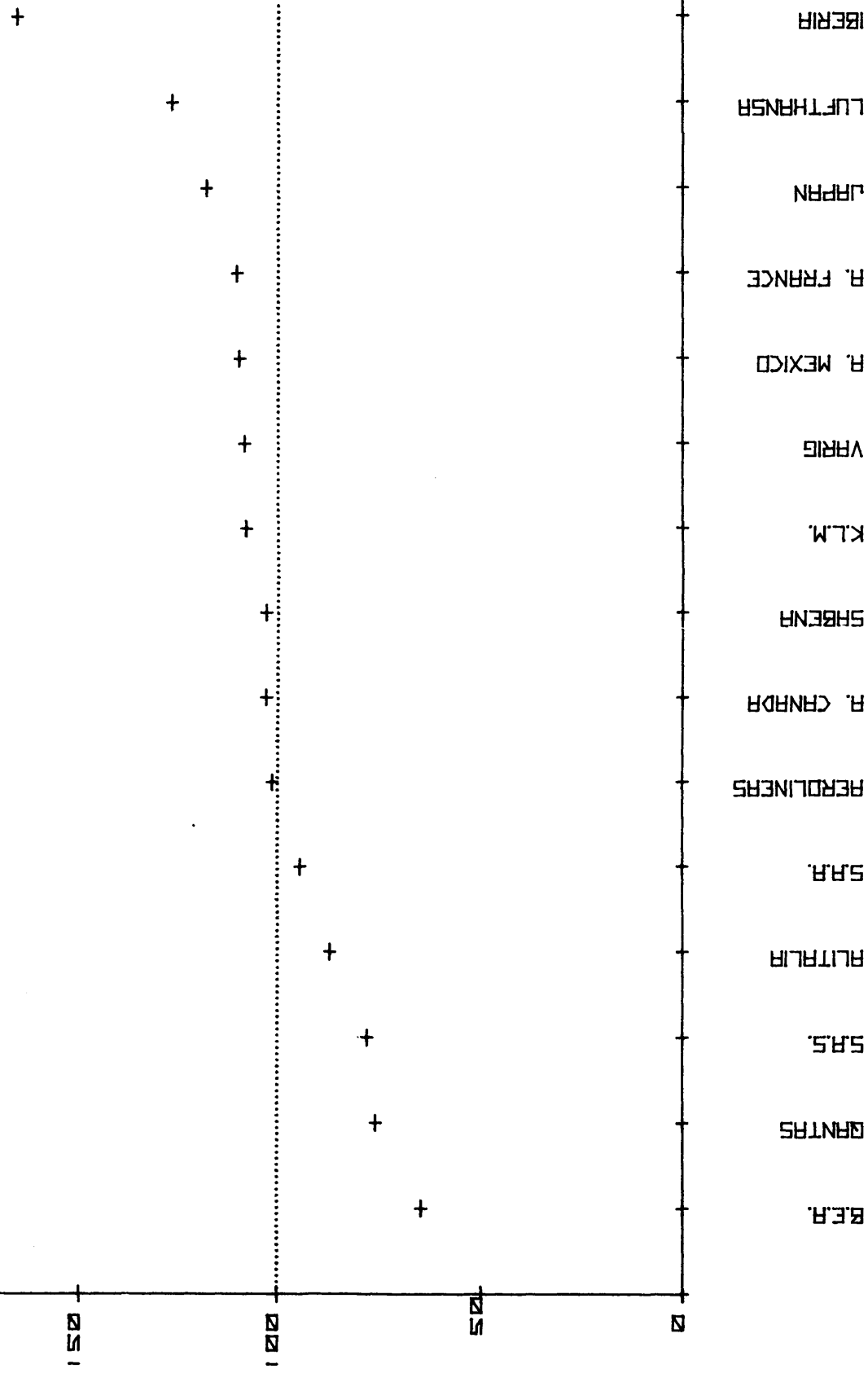
40.

0.

\* En el gráfico se representa la función Lineal  $RR_{ij} = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 RM_{ij}$

GRAFICO: G-7-2

# INDICE RELATIVO DE ACTIVIDAD DE LOS PILOTOS POR COMPAÑIAS



# INDICE RELATIVO DE ACTIVIDAD DE LOS AUXILIARES POR COMPAÑIAS

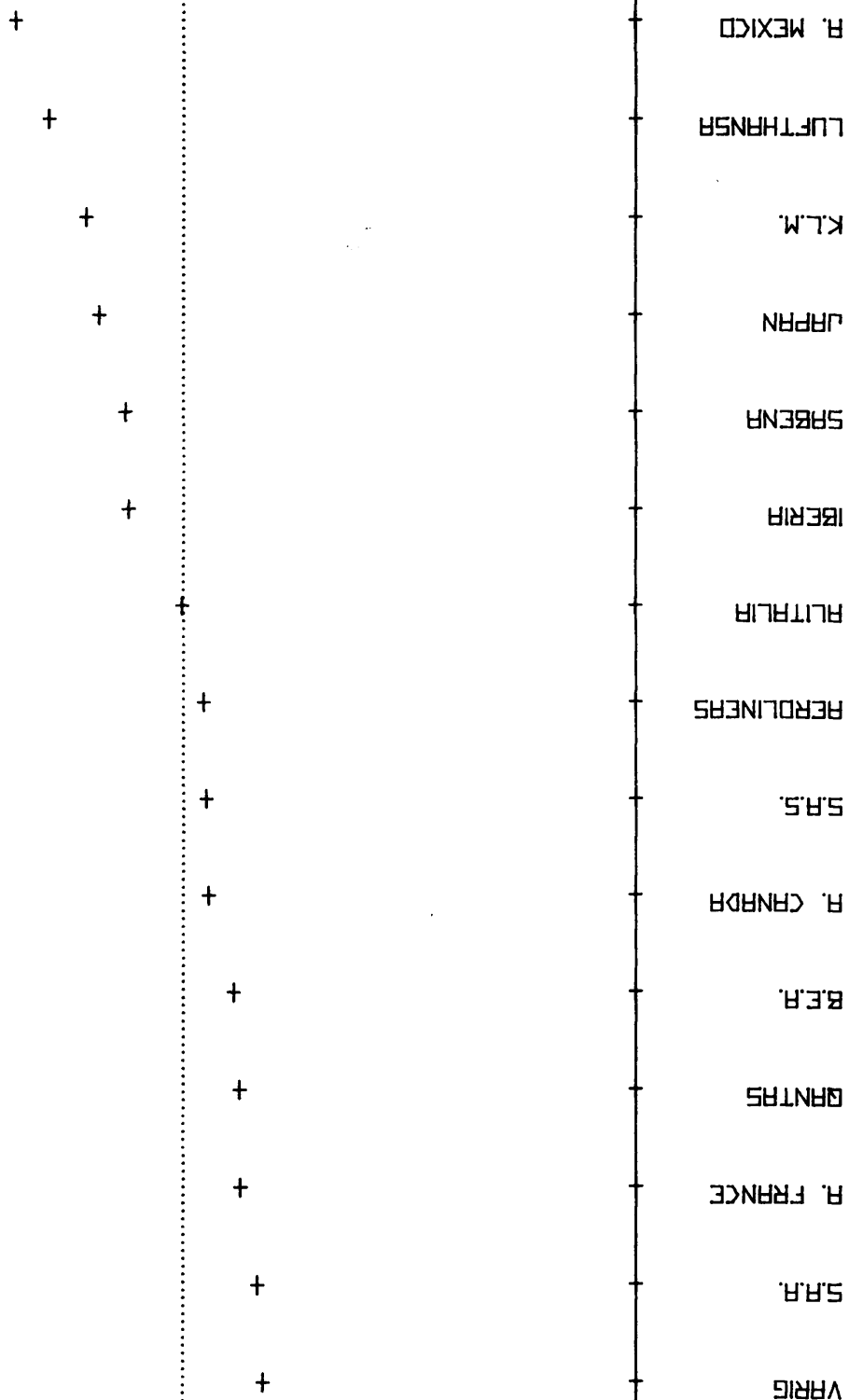
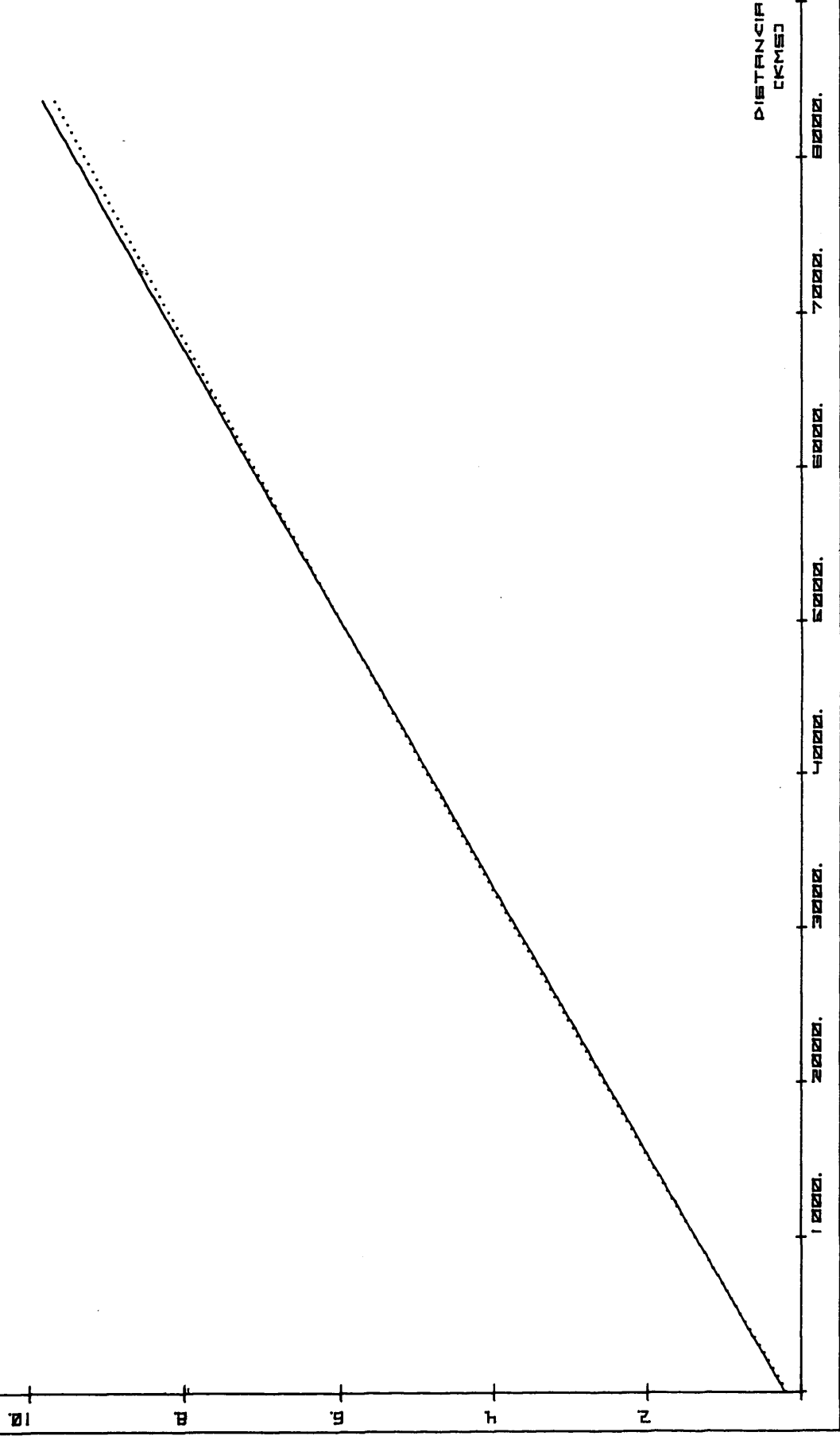


GRAFICO: G-10-1

TIEMPO EN  
HORAS

DC-8-50

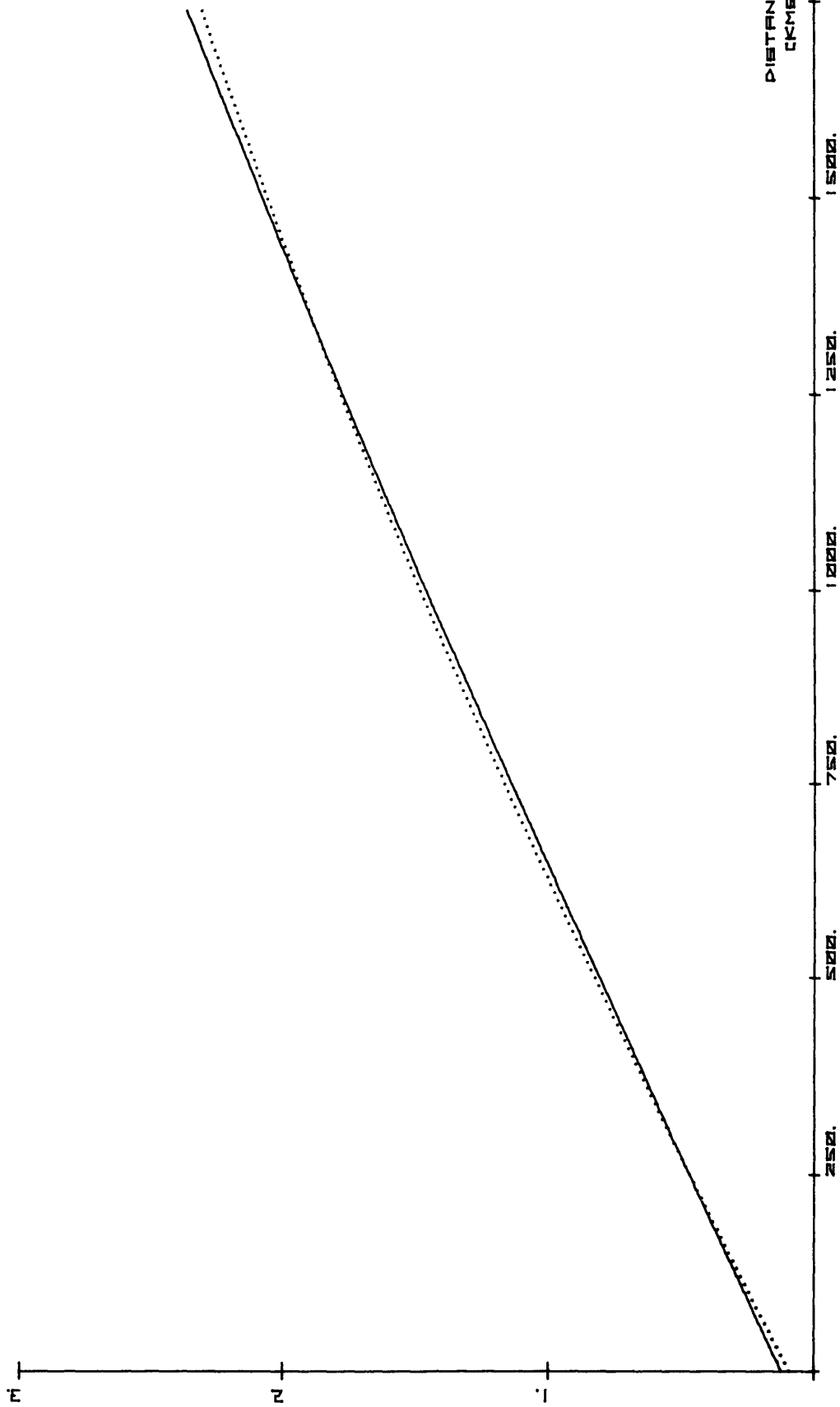
COMPARACION DE LA FUNCION TIEMPO DE VUELO  
MODELOS HOMOCEDASTICO Y HETEROCEDASTICO



TIEMPO EN  
HORAS

DC-9-30

COMPARACION DE LA FUNCION TIEMPO DE VUELO  
MODELOS HOMOCEDASTICO Y HETEROCEDASTICO



DISTANCIA  
CKMS



**9.- ANEXO D**

**CUADROS BASICOS DE INFORMACION**





CUADRO: C-2-2

DATOS MUESTRALES PARA ESTIMAR LAS FUNCIONES DE TIEMPO DE VUELO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

FLOTA: B - 747

| CONCEPTOS<br>TRAMOS | DISTANCIA<br>ORTODROMICA<br>(KMS) | CONSUMO<br>DE COMBUSTIBLE<br>(LIBRAS) | TIEMPO DE<br>VUELO<br>(HORAS) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| MAD - SJU           | 6.382                             | 180.507                               | 7,28                          |
| BCN - MAD           | 483                               | 22.835                                | 0,77                          |
| MAD - NYC           | 5.763                             | 180.895                               | 6,76                          |
| MAD - YUL           | 5.554                             | 171.196                               | 6,53                          |
| MEX - YUL           | 3.711                             | 107.889                               | 4,49                          |
| MAD - LPA           | 1.761                             | 57.920                                | 2,21                          |
| AGP -MAD            | 430                               | 23.601                                | 0,78                          |
| CCS - LPA           | 5.717                             | 164.242                               | 6,42                          |
| AGP - NYC           | 5.869                             | 181.276                               | 6,90                          |

FUENTE: Elaboración propia a partir de las estadísticas de tiempos y consumos de la Dirección de Operaciones de IBERIA, correspondientes al ejercicio 1973/1974.

CUADRO: C-2-3

DATOS MUESTRALES PARA ESTIMAR LAS FUNCIONES DE TIEMPO DE VUELO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

FLOTA: DC-10/30

| CONCEPTOS<br>TRAMOS | DISTANCIA<br>ORTODROMICA<br>(KMS) | CONSUMO DE<br>COMBUSTIBLE<br>(LIBRAS) | TIEMPO DE<br>VUELO<br>(HORAS) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| AGP - MAD           | 430                               | 15.605                                | 0,72                          |
| AGP - BOS           | 5.589                             | 118.432                               | 6,68                          |
| BCN - MAD           | 483                               | 16.330                                | 0,76                          |
| BOS - DUL           | 665                               | 22.375                                | 1,09                          |
| BOS - MAD           | 5.473                             | 117.097                               | 6,37                          |
| CCS - GYE           | 2.013                             | 44.916                                | 2,44                          |
| CCS - LIM           | 2.758                             | 59.770                                | 3,41                          |
| CCS - MAD           | 7 004                             | 144.702                               | 7,91                          |
| CCS - SJU           | 876                               | 22.986                                | 1,14                          |
| FIH - JNB           | 2.772                             | 59.360                                | 3,23                          |
| FIH - MAD           | 5.354                             | 114.460                               | 6,22                          |
| GUA - PTY           | 1.358                             | 31.935                                | 1,76                          |
| GYE - LIM           | 1.148                             | 28.224                                | 1,50                          |
| LPA - CCS           | 5.717                             | 118.036                               | 6,41                          |
| LPA - MAD           | 1.761                             | 40.371                                | 2,19                          |
| MAD - NYC           | 5.763                             | 130.655                               | 6,87                          |
| MAD - SDQ           | 6.686                             | 142.268                               | 7,53                          |
| MAD - SJU           | 6.382                             | 133.735                               | 7,24                          |
| MEX - SDQ           | 3.089                             | 67.508                                | 3,63                          |
| PTY - SDQ           | 1.474                             | 33.751                                | 1,76                          |

FUENTE: Elaboración propia a partir de las estadísticas de tiempos y consumos de la Dirección de Operaciones de IBERIA, correspondientes al ejercicio 1973/74.

CUADRO: C-2-4 DATOS MUESTRALES PARA ESTIMAR LAS FUNCIONES DE TIEMPO DE VUELO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

FLOTA: DC - 8 / 63

| Conceptos<br>Tramos | Distancia<br>Ortodrómica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(Libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Horas) | Conceptos |           | Distancia<br>Ortodrómica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(Libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Horas) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
|                     |                                   |                                       |                               | Tramos    | Conceptos |                                   |                                       |                               |
| AGP - MAD           | 430                               | 12.178                                | 0,72                          | LIM - BOG | LIM - BOG | 1.887                             | 35.738                                | 2,50                          |
| AGP - NYC           | 5.869                             | 204.451                               | 1,11                          | LIM - LPB | LIM - LPB | 1.067                             | 22.083                                | 1,51                          |
| ASU - BUE           | 1.067                             | 21.915                                | 1,41                          | LIM - UIO | LIM - UIO | 1.339                             | 25.720                                | 1,78                          |
| ASU - SAO           | 1.083                             | 22.395                                | 1,44                          | LON - MAD | LON - MAD | 1.145                             | 25.731                                | 1,76                          |
| BCN - MAD           | 483                               | 12.703                                | 0,77                          | MAD - LOS | MAD - LOS | 3.830                             | 66.073                                | 4,66                          |
| BOG - CCS           | 1.032                             | 22.300                                | 1,46                          | LOS - SSG | LOS - SSG | 674                               | 16.407                                | 1,06                          |
| BOG - GYE           | 987                               | 21.991                                | 1,44                          | LPA - MAD | LPA - MAD | 1.761                             | 32.310                                | 2,25                          |
| BOG - UIO           | 717                               | 17.210                                | 1,12                          | LPA - NYC | LPA - NYC | 5.319                             | 96.196                                | 6,62                          |
| BUE - MVD           | 228                               | 8.542                                 | 0,46                          | LPA - RIO | LPA - RIO | 6.384                             | 110.802                               | 7,48                          |
| BUE - RIO           | 1.883                             | 37.455                                | 2,62                          | LPB - SCL | LPB - SCL | 1.895                             | 33.312                                | 2,39                          |
| BUE - SAO           | 1.732                             | 31.990                                | 2,20                          | MAD - RIO | MAD - RIO | 8.147                             | 136.318                               | 9,60                          |
| CCS - MAD           | 7.004                             | 118.315                               | 8,16                          | MAD - SDQ | MAD - SDQ | 6.686                             | 112.061                               | 7,92                          |
| CCS - SJU           | 876                               | 18.857                                | 1,21                          | MAD - SJU | MAD - SJU | 6.382                             | 107.777                               | 7,49                          |
| FIH - JNB           | 2.772                             | 46.954                                | 3,34                          | MIA - SJU | MIA - SJU | 1.680                             | 30.140                                | 2,11                          |
| FIH - MAD           | 9.354                             | 91.482                                | 6,41                          | MVD - SCL | MVD - SCL | 1.358                             | 26.744                                | 1,89                          |
| GUA - PTY           | 1.358                             | 25.389                                | 1,76                          | NYC - MAD | NYC - MAD | 5.763                             | 103.778                               | 6,94                          |
| GYE - LIM           | 1.148                             | 23.351                                | 1,52                          | PTY - SDQ | PTY - SDQ | 1.474                             | 28.250                                | 1,90                          |
| HAV - MAD           | 7.460                             | 126.643                               | 8,80                          | RIO - SAO | RIO - SAO | 361                               | 12.968                                | 0,74                          |

FUENTE: Elaboración propia a partir de las estadísticas de tiempos y consumos de la Dirección de Operaciones de IBERIA, correspondientes al ejercicio 1973/74.

CUADRO: C-2-5

DATOS MUESTRALES PARA ESTIMAR LAS FUNCIONES DE TIEMPO DE VUELO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

FLOTA: DC - 8 / 50

| Conceptos<br>Tramos | Distancia<br>Ortodrómica<br>(Kms) | Consumo de<br>combustible<br>(Libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Horas) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| AGP - MAD           | 430                               | 11.604                                | 0,72                          |
| AGP - NYC           | 5.869                             | 99.255                                | 7,17                          |
| BCN - MAD           | 483                               | 12.241                                | 0,76                          |
| DUS - MAD           | 1.439                             | 27.598                                | 2,00                          |
| FIH - JNB           | 2.772                             | 45.821                                | 3,37                          |
| FIH - MAD           | 5.354                             | 88.598                                | 6,43                          |
| FRA - MAD           | 1.422                             | 29.209                                | 2,10                          |
| LPA - MAD           | 1.761                             | 31.798                                | 2,27                          |
| MAD - PMI           | 544                               | 13.017                                | 0,85                          |
| MAD - ROM           | 1.328                             | 26.159                                | 1,87                          |
| MAD - SOQ           | 485                               | 12.554                                | 0,79                          |
| MAD - SJU           | 6.382                             | 103.163                               | 7,47                          |
| MAD - SSG           | 4.263                             | 69.157                                | 5,12                          |
| MAD - SVQ           | 394                               | 10.859                                | 0,66                          |
| MAD - TCI           | 1.771                             | 31.780                                | 2,27                          |

| Conceptos<br>Tramos | Distancia<br>Ortodrómica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(Libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Horas) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| MAD - ZRH           | 1.239                             | 24.301                                | 1,72                          |
| MIA - SJU           | 1.680                             | 29.493                                | 2,13                          |
| NYC - LPA           | 5.319                             | 93.564                                | 6,64                          |
| AMS - BCN           | 1.239                             | 24.677                                | 1,74                          |
| BCN - LPA           | 2.174                             | 36.599                                | 2,65                          |
| BCN - TCI           | 2.193                             | 36.431                                | 2,68                          |
| LPA - MAD           | 1.761                             | 30.546                                | 2,26                          |
| LPA - SVQ           | 1.376                             | 24.717                                | 1,76                          |
| MAD - PMI           | 544                               | 12.755                                | 0,86                          |
| MAD - SJU           | 6.382                             | 101.042                               | 7,57                          |
| MAD - SVQ           | 394                               | 10.431                                | 0,64                          |
| MAD - TCI           | 1.771                             | 30.016                                | 2,33                          |
| MAD - ZRH           | 1.239                             | 23.068                                | 1,66                          |
| SVQ - TCI           | 1.389                             | 24.258                                | 1,76                          |

## DATOS MUESTRALES PARA ESTIMAR LAS FUNCIONES DE TIEMPO DE VUELO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

FLOTA: BOEING - 727

| Conceptos<br>Tramos | Distancia<br>Ortodrónica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(horas) | Conceptos<br>Tramos |  | Distancia<br>Ortodrónica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(Libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Letras) | Conceptos<br>Tramos |  | Distancia<br>Ortodrónica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(Letras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Horas) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
|                     |                                   |                                       |                               |                     |  |                                   |                                       |                                |                     |  |                                   |                                       |                               |
| ACP - BCN           | 765                               | 11.726                                | 1,04                          | BCN - NCE           |  | 496                               | 9.866                                 | 0,82                           | LON - MAD           |  | 1.145                             | 18.850                                | 1,76                          |
| ACP - LON           | 1.674                             | 23.763                                | 2,23                          | BCN - PAR           |  | 852                               | 14.157                                | 1,25                           | LON - PMI           |  | 1.346                             | 20.164                                | 1,87                          |
| ACP - MAD           | 430                               | 8.567                                 | 0,72                          | BCN - PMI           |  | 241                               | 5.423                                 | 0,42                           | LPA - MAD           |  | 1.761                             | 23.644                                | 2,19                          |
| ACP - PAR           | 1.476                             | 20.774                                | 2,03                          | BCN - OVD           |  | 713                               | 12.122                                | 1,04                           | LPA - TCI           |  | 111                               | 4.406                                 | 0,32                          |
| ACP - TCI           | 1.432                             | 18.945                                | 1,83                          | BCN - SQQ           |  | 883                               | 13.833                                | 1,23                           | MAD - OVD           |  | 400                               | 8.904                                 | 0,75                          |
| ACP - VLC           | 470                               | 8.635                                 | 0,72                          | BCN - SVQ           |  | 809                               | 12.666                                | 1,09                           | MAD - PAR           |  | 1.056                             | 16.656                                | 1,52                          |
| ALC - BCN           | 404                               | 8.087                                 | 0,66                          | BCN - VLC           |  | 296                               | 6.419                                 | 0,49                           | MAD - PMI           |  | 544                               | 9.871                                 | 0,85                          |
| ALC - MAD           | 350                               | 7.516                                 | 0,61                          | BTO - LON           |  | 937                               | 15.112                                | 1,35                           | MAD - ROM           |  | 1.328                             | 19.452                                | 1,81                          |
| ALC - PMI           | 319                               | 6.871                                 | 0,55                          | BTO - MAD           |  | 319                               | 7.407                                 | 0,61                           | MAD - SQQ           |  | 485                               | 9.217                                 | 0,77                          |
| AMS - MAD           | 1.461                             | 20.919                                | 1,95                          | BTO - PAR           |  | 752                               | 13.036                                | 1,16                           | MAD - SVQ           |  | 394                               | 7.851                                 | 0,64                          |
| BCN - BTO           | 469                               | 8.933                                 | 0,76                          | BTO - SQQ           |  | 448                               | 8.966                                 | 0,72                           | MAD - TCI           |  | 1.771                             | 23.549                                | 2,26                          |
| BCN - BRU           | 1.082                             | 16.947                                | 1,54                          | BRU - MAD           |  | 1.315                             | 18.938                                | 1,79                           | MAD - VLC           |  | 285                               | 6.508                                 | 0,52                          |
| BCN - FRA           | 1.093                             | 18.374                                | 1,72                          | DUS - MAD           |  | 1.439                             | 20.657                                | 2,01                           | MAD - ZAZ           |  | 250                               | 6.517                                 | 0,52                          |
| BCN - GVA           | 635                               | 11.905                                | 1,03                          | FRA - MAD           |  | 1.422                             | 21.932                                | 2,07                           | MAD - ZRH           |  | 1.239                             | 17.653                                | 1,67                          |
| BCN - IBZ           | 276                               | 6.568                                 | 0,51                          | FRA - PMI           |  | 1.252                             | 18.079                                | 1,73                           | MAD - MTL           |  | 1.152                             | 18.140                                | 1,70                          |
| BCN - LEI           | 635                               | 10.092                                | 0,89                          | GRU - LON           |  | 1.091                             | 17.328                                | 1,58                           | MRS - PMI           |  | 478                               | 9.256                                 | 0,75                          |
| BCN - LON           | 1.145                             | 18.234                                | 1,66                          | GRU - PMI           |  | 261                               | 6.535                                 | 0,52                           | OVD - SQQ           |  | 193                               | 5.836                                 | 0,46                          |
| BCN - LPA           | 2.174                             | 27.862                                | 2,65                          | GVA - MAD           |  | 1.009                             | 15.353                                | 1,42                           | PAR - PMI           |  | 1.041                             | 15.865                                | 1,46                          |
| BCN - LYS           | 543                               | 10.574                                | 0,89                          | IBZ - MAD           |  | 456                               | 8.461                                 | 0,72                           | PAR - VLC           |  | 1.089                             | 16.314                                | 1,48                          |
| BCN - MAD           | 483                               | 8.975                                 | 0,75                          | IBZ - PMI           |  | 137                               | 4.194                                 | 0,31                           | PMI - VLC           |  | 274                               | 6.355                                 | 0,50                          |
| BCN - MAH           | 241                               | 5.619                                 | 0,43                          | IBZ - VLC           |  | 176                               | 5.014                                 | 0,38                           | SVQ - VLC           |  | 450                               | 8.870                                 | 0,75                          |
| BCN - MTL           | 741                               | 13.026                                | 1,12                          | LIS - MAD           |  | 513                               | 9.578                                 | 0,80                           |                     |  |                                   |                                       |                               |

FUENTE: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de Tiempos y Consumos de la Dirección de Operaciones de IBERIA, correspondientes al ejercicio 1973/74

DATOS MUESTRALES PARA ESTIMAR LAS FUNCIONES DE TIEMPO DE VUELO Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

CUADRO: C-2-7  
 FLOTA: DC - 9 / 30

| Conceptos |                                   |                                       |                               | Conceptos |                                   |                                       |                               | Conceptos |                                   |                                       |                               |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Tramos    | Distancia<br>Ortodrómica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(Libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Horas) | Tramos    | Distancia<br>Ortodrómica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(Libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Horas) | Tramos    | Distancia<br>Ortodrómica<br>(Kms) | Consumo de<br>Combustible<br>(Libras) | Tiempo de<br>Vuelo<br>(Horas) |
| ACE - AGP | 1.208                             | 10.974                                | 1,60                          | BCN - LEI | 635                               | 6.871                                 | 0,90                          | IEZ - VLG | 176                               | 3.008                                 | 0,36                          |
| ACE - FUE | 59                                | 1.792                                 | 0,16                          | BCN - LYS | 543                               | 7.284                                 | 0,95                          | LEI - MAD | 417                               | 5.553                                 | 0,74                          |
| ACE - LPA | 204                               | 3.324                                 | 0,42                          | BCN - MAD | 483                               | 5.917                                 | 0,76                          | LIS - MAD | 513                               | 6.231                                 | 0,81                          |
| ACE - SVQ | 1.183                             | 10.968                                | 1,55                          | BCN - MTL | 741                               | 8.584                                 | 1,15                          | LON - MAD | 1.145                             | 12.482                                | 1,82                          |
| ACE - TCI | 272                               | 3.826                                 | 0,49                          | BCN - MIV | 463                               | 5.588                                 | 0,72                          | LON - VLG | 1.332                             | 13.285                                | 1,90                          |
| AGP - AMS | 1.882                             | 16.967                                | 2,55                          | BCN - MUC | 1.074                             | 11.322                                | 1,62                          | LPA - MAD | 1.761                             | 15.954                                | 2,32                          |
| AGP - BCN | 765                               | 8.186                                 | 1,08                          | BCN - NCE | 496                               | 6.683                                 | 0,88                          | LPA - SVQ | 1.376                             | 12.785                                | 1,83                          |
| AGP - BRU | 1.732                             | 15.730                                | 2,38                          | BCN - PAR | 852                               | 9.905                                 | 1,35                          | LPA - TCI | 111                               | 2.528                                 | 0,30                          |
| AGP - CAS | 463                               | 5.698                                 | 0,75                          | BCN - PMI | 241                               | 3.347                                 | 0,42                          | MAD - CPH | 2.059                             | 18.496                                | 2,79                          |
| AGP - EIN | 1.339                             | 12.351                                | 1,79                          | BCN - ROM | 846                               | 8.929                                 | 1,23                          | MAD - MTL | 1.152                             | 12.082                                | 1,73                          |
| AGP - GVA | 1.376                             | 13.251                                | 1,96                          | BCN - STR | 991                               | 10.455                                | 1,49                          | MAD - MIV | 380                               | 5.130                                 | 0,67                          |
| AGP - LON | 1.674                             | 15.779                                | 2,33                          | BCN - SVQ | 809                               | 8.680                                 | 1,16                          | MAD - MOC | 1.478                             | 13.665                                | 2,01                          |
| AGP - LPA | 1.408                             | 13.147                                | 1,91                          | BCN - TLS | 263                               | 4.275                                 | 0,54                          | MAD - NCE | 957                               | 10.235                                | 1,47                          |
| AGP - MAD | 430                               | 5.644                                 | 0,73                          | BCN - VLG | 296                               | 4.103                                 | 0,51                          | MAD - OVD | 400                               | 5.725                                 | 0,74                          |
| AGP - PAR | 1.476                             | 13.902                                | 2,07                          | BCN - VLL | 578                               | 6.522                                 | 0,85                          | MAD - PAR | 1.056                             | 10.693                                | 1,57                          |
| AGP - PMI | 700                               | 7.678                                 | 1,04                          | BCN - ZAZ | 261                               | 3.859                                 | 0,48                          | MAD - PMI | 544                               | 6.492                                 | 0,87                          |
| AGP - SVQ | 141                               | 2.876                                 | 0,36                          | BCN - ZRH | 854                               | 9.443                                 | 1,30                          | MAD - ROM | 1.328                             | 12.721                                | 1,84                          |
| AGP - TCI | 1.432                             | 13.090                                | 1,90                          | BRU - MAD | 1.315                             | 12.740                                | 1,89                          | MAD - SCQ | 485                               | 6.233                                 | 0,80                          |
| AGP - TNG | 165                               | 3.186                                 | 0,38                          | BRU - PMI | 1.263                             | 12.355                                | 1,85                          | MAD - SVQ | 394                               | 5.116                                 | 0,66                          |
| AGP - VLG | 470                               | 5.776                                 | 0,75                          | CAS - LPA | 959                               | 9.283                                 | 1,32                          | MAD - TCI | 1.771                             | 15.676                                | 2,31                          |
| ALC - BCN | 404                               | 5.248                                 | 0,66                          | CAS - MAD | 867                               | 8.825                                 | 1,24                          | MAD - TNG | 567                               | 6.699                                 | 0,88                          |
| ALC - IEZ | 180                               | 2.806                                 | 0,35                          | DUS - MAD | 1.439                             | 14.048                                | 2,05                          | MAD - VLG | 285                               | 4.139                                 | 0,54                          |
| ALC - MAD | 350                               | 5.032                                 | 0,65                          | EIN - LPA | 232                               | 3.526                                 | 0,45                          | MAD - ZAZ | 250                               | 4.076                                 | 0,53                          |
| AMS - BCN | 1.239                             | 12.339                                | 1,78                          | EUN - SVQ | 1.330                             | 12.363                                | 1,78                          | MAH - PMI | 135                               | 2.540                                 | 0,31                          |
| AMS - HAM | 378                               | 5.538                                 | 0,72                          | EUN - TCI | 361                               | 4.420                                 | 0,61                          | MRS - PMI | 478                               | 6.109                                 | 0,78                          |
| AMS - MAD | 1.461                             | 13.688                                | 2,01                          | FRA - MAD | 1.422                             | 14.283                                | 2,10                          | MUC - VIE | 359                               | 4.964                                 | 0,64                          |
| BCN - BRU | 1.082                             | 11.349                                | 1,63                          | FRA - PMI | 1.252                             | 12.315                                | 1,81                          | PAR - PMI | 1.041                             | 10.983                                | 1,58                          |
| BCN - CPH | 1.767                             | 16.793                                | 2,52                          | FRA - VLG | 1.370                             | 14.069                                | 2,04                          | PMI - VLG | 274                               | 3.868                                 | 0,50                          |
| BCN - DUS | 1.165                             | 12.068                                | 1,78                          | FUE - LPA | 159                               | 2.961                                 | 0,36                          | ROM - ATH | 1.070                             | 10.995                                | 1,57                          |
| BCN - FRA | 1.093                             | 12.167                                | 1,72                          | GRO - MAD | 552                               | 6.355                                 | 0,87                          | SVQ - TCI | 1.389                             | 12.721                                | 1,81                          |
| BCN - GRX | 674                               | 7.079                                 | 0,95                          | GRX - MAD | 370                               | 5.179                                 | 0,67                          | SVQ - VLG | 450                               | 6.164                                 | 0,79                          |
| BCN - HAM | 1.491                             | 14.445                                | 2,19                          | GVA - PMI | 787                               | 8.559                                 | 1,17                          | TCI - VLG | 1.921                             | 16.432                                | 2,45                          |
| BCN - IEZ | 276                               | 4.013                                 | 0,50                          | IEZ - PMI | 137                               | 2.560                                 | 0,30                          |           |                                   |                                       |                               |

ENTE: Elaboración propia a partir de las Estadísticas de tiempos y Consumos de la Dirección de Operaciones de IBERIA, correspondientes al ejercicio 1973/74.

CUADRO: C-3-1 DATOS BÁSICOS PARA EL CÁLCULO DEL PRECIO MEDIO DE COMBUSTIBLE

| AEROPUERTO | COMPañIA   | T. K. O   | PRECIOS POR GALON<br>EN CENTAVOS USA |
|------------|------------|-----------|--------------------------------------|
| AMS        | KLM        | 2.305.095 | 46, 14                               |
| BRU        | SABENA     | 875.291   | 49, 62                               |
| BUE        | AEROLINEAS | 578.480   | 32, 66                               |
| CCS        | VIASA      | 358.252   | 49, 53                               |
| CPH        | SAS        | 1.718.732 | 46, 90                               |
| FRA        | LUFTHANSA  | 2.856.964 | 51, 50                               |
| JNB        | S. A. A.   | 911.195   | 54, 80                               |
| LON        | BEA        | 1.150.890 | 44, 50                               |
| MEX        | A. MEXICO  | 540.034   | 42, 70                               |
| NYC        | P. A. A.   | 9.168.000 | 35, 69                               |
| PAR        | A. FRANCE  | 3.034.211 | 49, 11                               |
| RIO        | VARIG      | 966.018   | 44, 82                               |
| ROM        | ALITALIA   | 2.152.599 | 48, 37                               |
| YUL        | A. CANADA  | 3.010.102 | 48, 56                               |
| ZRH        | SWISSAIR   | 1.469.894 | 45, 93                               |
| MAD        | IBERIA     | 1.714.814 | 44, 29                               |

PRECIO MEDIO = 44,24 Centavos USA / GALON a 3,646482 pts./libra

1 Dolar = 56 ptas.

1 USG = 6,794055 Libras.

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de tráfico que figuran en el compendio Estadístico nº189 - A de OACI - correspondientes a 1972- y de los Precios del Combustible -Marzo de 1975- suministrados por el Servicio de Combustible de IBERIA.



CUADRO: C-3-7 DATOS BASICOS PARA EL CALCULO DE INDICES DE SALARIOS DE TRIPULANTES TECNICOS Y AUXILIARES

| COMPANIAS  | CAMBIO A* \$ | H O R A S<br>B L Q U E (H <sub>K</sub> ) | NUMERO DE<br>PILOTOS (P <sub>K</sub> ) | SUELDOS PILO-<br>TOS (\$) (S <sub>K</sub> ) | NUMERO DE<br>AUXILIARES (A <sub>K</sub> ) | SUELDOS AUXI-<br>LIARES (S' <sub>K</sub> ) | H <sub>K</sub> T <sub>J</sub> |
|------------|--------------|--|--|---|---|--|-------------------------------|
| AEROLINEAS | 0,200000     | 69.314                                   | 318                                    | 17.734                                      | *   | *  | *                             |
| QANTAS     | 1,237522     | 81.434                                   | 527                                    | 26.015                                      | 1.131                                     | 7.108                                      | 566.174                       |
| SABENA     | 0,022740     | 95.399                                   | 368                                    | 33.823                                      | 651                                       | 11.399                                     | 513.632                       |
| VARIG      | 0,167785     | 108.409                                  | 499                                    | 13.859                                      | 813                                       | 3.926                                      | 339.729                       |
| A.CANADA   | 1,009693     | 284.995                                  | 1.118                                  | 27.060                                      | 2.296                                     | 8.297                                      | 1.425.120                     |
| A.FRANCE   | 0,198373     | 284.945                                  | 1.164                                  | 31.829                                      | 2.757                                     | 8.112                                      | 1.555.832                     |
| D.L.H.     | 0,313766     | 272.324                                  | 1.003                                  | 29.716                                      | 1.721                                     | 9.985                                      | 1.422.346                     |
| A.INDIA    | 0,133985     | 43.186                                   | 209                                    | 9.777                                       | *   | *  | *                             |
| ALITALIA   | 0,001714     | 206.371                                  | 1.119                                  | 33.707                                      | 1.720                                     | 12.389                                     | 1.057.890                     |
| J.A.L.     | 0,003299     | 207.340                                  | 884                                    | 29.272                                      | 2.264                                     | 7.312                                      | 1.497.241                     |
| A.MEXICO   | 0,080064     | 76.343                                   | 329                                    | 26.303                                      | 369                                       | 5.019                                      | 305.929                       |
| K.L.M.     | 0,316422     | 169.227                                  | 752                                    | 47.004                                      | 1.557                                     | 9.967                                      | 1.034.660                     |
| S.A.A.     | 1,299114     | 67.894                                   | 339                                    | 16.690                                      | 784                                       | 4.496                                      | 415.304                       |
| IBERIA     | 0,015254     | 210.809                                  | 556                                    | 26.104                                      | 1.258                                     | 8.732                                      | 932.783                       |
| SWISSAIR   | 0,262226     | 133.810                                  | 677                                    | 28.132                                      | *   | *  | *                             |
| B.E.A.     | 2,444342     | 238.225                                  | 1.565                                  | 13.231                                      | 1.593                                     | 4.370                                      | 923.207                       |
| P.A.A.     | 1,000000     | 447.614                                  | 2.060                                  | 37.588                                      | 4.914                                     | 11.389                                     | 4.220.405                     |
| VIASA      | 0,227272     | 21.703                                   | 140                                    | 20.106                                      | 231                                       | 6.203                                      | 122.581                       |
| S.A.S.     | 0,207947     | 202.094                                  | 1.116                                  | 24.035                                      | 1.507                                     | 8.279                                      | 893.220                       |

| PILOTOS                         |                  |                                   |                   | AUXILIARES                       |                                 |                                    |                                   |
|---------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Σ S <sub>K</sub> P <sub>K</sub> | Σ H <sub>K</sub> | Σ S <sub>IB</sub> P <sub>IB</sub> | Σ H <sub>IB</sub> | Σ S' <sub>K</sub> A <sub>K</sub> | Σ H <sub>K</sub> T <sub>J</sub> | Σ S' <sub>IB</sub> A <sub>IB</sub> | Σ H <sub>IB</sub> A <sub>IB</sub> |
| 397.936.644                     | 3.010.617        | 14.513.824                        | 210.809           | 212.845.860                      | 16.293.270                      | 10.984.856                         | 932.783                           |

|                  |        |
|------------------|--------|
| I S <sub>P</sub> | 1,9198 |
|------------------|--------|

|                  |        |
|------------------|--------|
| I S <sub>A</sub> | 1,1093 |
|------------------|--------|

\* Tipo de cambio en dólares  
FUENTE: Elaboración propia a partir de la información suministrada por el Compendio Estadístico nº 183 de OACI --correspondientes a 1972-

ANALYSIS OF LABOUR MAN HOURS, MATERIAL AND SUB CONTRACT COST PER FLYING HOUR (IN \$ )

CUADRO: C-3-21

Fleet : B - 707 B/C

| PARTICULARS                    | UNIT | 2               | 6            | 7             | 9              | 14            | 16          | 18           | 19          | 20           | 22          | 26          | 27         | 28             | 29           | AVERAGE |
|--------------------------------|------|-----------------|--------------|---------------|----------------|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|------------|----------------|--------------|---------|
| Airborne Time                  | MH   | SABENA<br>42770 | DLH<br>72369 | BAOD<br>38297 | IRISH<br>17282 | A.I.<br>14734 | JAT<br>9944 | PIA<br>37094 | QF<br>64389 | TAP<br>31988 | AF<br>91521 | SAA<br>1631 | ET<br>6665 | VARIG<br>50538 | KAC<br>13219 | 492,423 |
| TOTAL DIRECT LABOUR/FH         | MH   | 17.15           | 11.76        | 14.39         | 17.10          | 31.25         | 1.28        | 23.40        | 13.39       | 16.90        | 15.65       | 17.80       | 23.40      | 14.50          | 19.63        | 16.39   |
| Airframe Maint. Labour/FH      | MH   | 8.26            | 4.08         | 7.92          | 7.10           | 17.40         | 0.92        | 9.40         | 4.91        | 5.80         | 7.29        | 9.00        | 6.10       | 7.70           | 11.93        | 8.52    |
| Modification Labour/FH         | MH   | 0.83            | 0.53         | 0.28          | 0.20           | 0.85          | -           | 0.80         | 0.29        | 0.50         | 0.34        | 0.90        | 0.70       | 1.30           | 0.30         | 0.41    |
| Engine Works Labour/FH         | MH   | 2.66            | 1.96         | 1.88          | 4.70           | 3.30          | 0.05        | 4.70         | 2.68        | 4.70         | 2.26        | 3.40        | 6.30       | 1.00           | 1.29         | 2.81    |
| Component Works Labour/FH      | MH   | 5.40            | 5.19         | 4.31          | 5.10           | 9.70          | 0.31        | 8.50         | 5.51        | 5.90         | 5.76        | 4.50        | 10.30      | 4.50           | 6.11         | 5.65    |
| TOTAL DIRECT MATERIAL COST/FH  | \$   | 87.10           | 65.51        | 71.44         | 85.40          | 82.45         | 6.94        | 55.10        | 78.69       | 85.10        | 90.59       | 57.40       | 58.00      | 55.27          | 52.60        | 72.44   |
| Airframe Maint. Cost/FH        | \$   | 9.50            | 15.71        | 13.50         | 15.80          | 17.43         | 6.94        | 23.30        | 18.29       | 17.20        | 17.04       | 28.90       | 7.80       | 14.57          | 40.70        | 12.72   |
| Modification Cost/FH           | \$   | 24.68           | 0.94         | 0.80          | 0.20           | 4.21          | -           | 1.40         | 2.13        | 5.40         | 11.98       | 3.00        | 0.10       | 12.96          | 1.50         | 4.28    |
| Engine Works Cost/FH           | \$   | 31.42           | 20.74        | 28.31         | 43.30          | 31.98         | -           | 13.90        | 37.25       | 40.70        | 25.22       | 11.10       | 25.60      | 13.97          | 4.90         | 32.28   |
| Component Works Cost/FH        | \$   | 21.50           | 28.12        | 29.55         | 26.10          | 28.84         | -           | 16.50        | 21.02       | 21.80        | 36.35       | 14.40       | 24.50      | 13.77          | 5.50         | 23.16   |
| TOTAL DIRECT SUB/CONT. COST/FH | \$   | 3.75            | 4.64         | 6.84          | 21.40          | 22.24         | 263.70      | 5.50         | 14.22       | 9.30         | 33.60       | -           | 40.20      | 17.78          | 57.60        | 21.32   |
| Airframe Maint. Cost/FH        | \$   | 0.20            | 0.62         | 0.16          | -              | -             | 263.70      | 2.50         | 0.03        | -            | 3.94        | -           | 18.40      | 0.21           | 0.20         | 12.32   |
| Modification Cost/FH           | \$   | 0.05            | 0.10         | -             | -              | -             | -           | -            | -           | -            | 0.34        | -           | -          | 1.26           | 9.80         | 0.85    |
| Engine Works Cost/FH           | \$   | 0.30            | 0.30         | 2.35          | 3.20           | -             | -           | -            | 6.59        | 5.70         | 22.33       | -           | -          | 11.36          | 30.30        | 4.28    |
| Component Works Cost/FH        | \$   | 3.20            | 3.89         | 4.33          | 18.20          | 22.24         | -           | 3.00         | 7.60        | 6.60         | 6.99        | -           | 21.80      | 4.95           | 17.30        | 3.87    |

FUENTE: IATA: "Analysis of Inter Airline Statistics of Engineering Cost and Production Performance" . Based on the 1973/74. IATA - PPM.

TOTAL COST PER FLYING HOUR BY TYPE OF WORK

Fleet : B - 707 - 320B & C

CUADRO: C-3-22

| PARTICULARS            | Unit | 2      | 6      | 7      | 9      | 14     | 16     | 18     | 19     | 20     | 22     | 26     | 27     | 28     | 29     | Average |
|------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Airborne Time          | Hrs  | 42,770 | 72,369 | 38,297 | 17,282 | 14,734 | 9,944  | 37,094 | 64,389 | 31,988 | 91,521 | 1,631  | 6,665  | 50,538 | 13,219 | 35,175  |
| TOTAL COST BY FLEET    | \$*  | 23.509 | 42.287 | 9.850  | 6.451  | 8.462  | 0.280  | -      | 36.644 | 12.303 | 51.931 | -      | 3.525  | 20.499 | 8.348  | -       |
| Total Cost/FH          | \$   | 357.80 | 332.03 | 267.04 | 286.30 | 248.60 | 283.41 | 138.50 | 291.54 | 222.42 | 438.32 | 353.20 | 197.10 | 156.84 | 313.88 | 296.705 |
| Airframe Maint Cost/FH | \$   | 61.70  | 50.88  | 38.91  | 37.50  | 34.49  | 275.36 | 32.50  | 49.74  | 26.00  | 64.63  | 61.20  | 33.70  | 26.74  | 82.68  | 58.805  |
| Modification Cost/FH   | \$   | 30.10  | 5.54   | 1.01   | 0.20   | 5.04   | -      | 2.00   | 4.00   | 5.90   | 14.36  | 6.30   | 0.90   | 16.32  | 12.31  | 10.305  |
| Engine Work/FH         | \$   | 48.70  | 33.84  | 38.20  | 61.00  | 35.22  | =      | 17.30  | 61.00  | 52.00  | 61.08  | 26.96  | 32.60  | 26.79  | 39.56  | 42.330  |
| Component Work/FH      | \$   | 59.80  | 66.90  | 47.63  | 60.10  | 63.19  | -      | 25.60  | 63.88  | 32.70  | 77.81  | 30.70  | 59.30  | 25.89  | 41.76  | 47.52   |
| Total Overhead Cost/FH | \$   | 157.50 | 174.87 | 141.29 | 126.90 | 113.28 | 8.05   | 61.10  | 112.92 | 105.82 | 220.44 | 231.40 | 70.60  | 61.10  | 137.57 | 137.75  |
| PERCENTAGE :           | %    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100     |
| Airframe Maint. Cost   | %    | 17.30  | 15.32  | 16.66  | 13.20  | 13.86  | 97.00  | 23.47  | 17.06  | 11.69  | 15.20  | 17.35  | 17.10  | 17.05  | 26.34  | 19.81   |
| Modification Cost      | %    | 7.90   | 1.67   | 0.40   | 0.10   | 2.00   | -      | 1.44   | 1.38   | 2.65   | 3.53   | 1.78   | 0.46   | 10.40  | 3.92   | 3.49    |
| Engine Works           | %    | 13.82  | 10.20  | 14.30  | 21.40  | 14.16  | -      | 12.50  | 20.93  | 23.38  | 13.14  | 6.66   | 16.54  | 17.09  | 12.60  | 14.24   |
| Component Work         | %    | 16.65  | 20.15  | 17.82  | 20.97  | 25.40  | -      | 18.48  | 21.91  | 14.73  | 18.10  | 8.70   | 30.09  | 16.50  | 13.30  | 16.00   |
| Total Overheads        | %    | 44.33  | 52.66  | 52.82  | 44.33  | 44.58  | 3.00   | 44.11  | 38.74  | 47.55  | 50.03  | 65.51  | 35.82  | 38.96  | 43.84  | 46.45   |

\* In million dollars.

FUENTE: IATA: "Analysis of Inter Airline Statistics of Engineering Cost and Production Performance". Based on the 1973/74. IATA - PPM.

DATOS DE TRAFICO POR CAMPAÑAS PARA LA ESTIMACION DE LA

FUNCION DE COSTES TOTALES

(ETAPA MEDIA PASAJERO)

CUADRO: C-3-25

| COMPANIAS  | PASAJEROS   | PKT (000)   |
|------------|-------------|-------------|
| SABENA     | 1.457.686   | 3.092.622   |
| VARIG      | 1.831.672   | 3.615.420   |
| A. CANADA  | 8.096.989   | 12.715.689  |
| A. FRANCE  | 7.277.523   | 13.386.554  |
| D. L. H.   | 7.919.085   | 10.453.305  |
| A. INDIA   | 468.881     | 2.509.134   |
| EL AL      | 697.050     | 3.355.971   |
| ALITALIA   | 5.415.446   | 9.303.461   |
| JAL        | 7.781.953   | 13.636.593  |
| MEAL       | 743.767     | 1.220.899   |
| A. MEXICO  | 1.921.867   | 2.328.069   |
| K.L.M.     | 2.850.779   | 7.796.453   |
| TAP        | 1.454.584   | 3.150.953   |
| S.A.S.     | 5.798.928   | 6.558.201   |
| S.A.A.     | 1.844.286   | 3.536.120   |
| SWISSAIR   | 4.054.079   | 5.781.924   |
| B.E.A.     | 9.336.092   | 5.928.474   |
| B.O.A.C.   | 2.356.276   | 14.109.127  |
| AMERICAN   | 20.334.514  | 31.166.136  |
| NATIONAL   | 6.569.674   | 8.938.091   |
| P. A. A.   | 11.081.000  | 31.438.000  |
| UNITED     | 30.285.934  | 43.498.246  |
| VIASA      | 342.573     | 1.057.332   |
| AEROLINEAS | 1.285.419   | 2.266.825   |
| TOTAL      | 141.206.057 | 240.843.599 |

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| ETAPA MEDIA<br>DEL PASAJERO | 1.705,62 KMS. |
|-----------------------------|---------------|

FUENTE: Elaboración propia a partir de la información suministrada por el Compendio Estadístico OACI nº 189-A .  
Datos correspondientes a 1972.

CUADRO: C-3-26

(En miles de dólares)

DATOS ECONÓMICOS POR COMPAÑÍAS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE COSTES TOTALES

| COSTES     | C O S T E S |         |        |           |         |         |        |        |           |         |       |           |         | V A R I A B L E S |         |           | C O S T E S |        |    |    | F I J O S |    |    |    |
|------------|-------------|---------|--------|-----------|---------|---------|--------|--------|-----------|---------|-------|-----------|---------|-------------------|---------|-----------|-------------|--------|----|----|-----------|----|----|----|
|            | 1           | 2       | 3      | 4         | 5       | 6       | 7      | 8      | 9         | 10      | 11    | 12        | 12 *    | 13                | 14      | 15        | 16          | 17     | 18 | 19 | 20        | 21 | 22 | 23 |
| CIAS.      | 1           | 2       | 3      | 4         | 5       | 6       | 7      | 8      | 9         | 10      | 11    | 12        | 12 *    | 13                | 14      | 15        | 16          | 17     | 18 | 19 | 20        | 21 | 22 | 23 |
| AEROLINEAS | 11.551      | 4.817   | 7      | 1.413     | 19.812  | 7.973   | 1.413  | 30.161 | 18.944    | 3.130   | 141   | 30.161    | 3.130   | 18.944            | 8.044   | 15.712    | 8.309       | 882    |    |    |           |    |    |    |
| VIASA      | 3.684       | 1.836   | 304    | 297       | 8.178   | 3.926   | 297    | 6.511  | 13.277    | 1.433   | -     | 6.511     | 1.433   | 13.277            | 1.015   | 4.635     | 4.230       | 1.497  |    |    |           |    |    |    |
| SABENA     | 18.291      | 3.588   | 971    | 1.872     | 18.990  | 21.986  | -      | 402    | 45.848    | 7.626   | -     | 34.228    | 7.626   | 45.848            | 8.573   | 25.390    | 17.442      | 22.343 |    |    |           |    |    |    |
| VARTIG     | 18.168      | 4.036   | -      | 622       | 15.442  | 16.519  | 622    | 607    | 46.689    | 3.003   | 1.937 | 13.994    | 3.003   | 46.689            | 3.681   | 10.012    | 8.172       | 5.306  |    |    |           |    |    |    |
| A. CANADA  | 39.370      | 5.660   | 644    | 83.097    | 49.117  | 14.950  | -      | 564    | 85.025    | 19.051  | -     | 66.914    | 19.051  | 85.025            | 17.732  | 95.287    | 25.496      | -      |    |    |           |    |    |    |
| LAN CHILE  | 12.102      | 4.537   | 1.547  | 24.348    | 4.533   | 341     | -      | -      | 10.576    | 682     | -     | 7.090     | 682     | 10.576            | 3.615   | 6.174     | 13.904      | -      |    |    |           |    |    |    |
| AVIANCA    | 4.525       | 1.993   | -      | 14.749    | 4.663   | 759     | -      | -      | 17.407    | 283     | -     | 4.756     | 283     | 17.407            | 4.850   | 3.221     | 10.910      | -      |    |    |           |    |    |    |
| FINNAIR    | 4.943       | 769     | 56     | 10.064    | 7.526   | 1.268   | -      | 836    | 6.901     | 1.301   | -     | 5.734     | 1.301   | 6.901             | 5.174   | 5.440     | 3.477       | -      |    |    |           |    |    |    |
| A. FRANCE  | 60.031      | 6.770   | 10.266 | 76.036    | 59.342  | 19.906  | -      | -      | 130.147   | 23.898  | -     | 80.382    | 23.898  | 130.147           | 27.080  | 69.320    | 30.808      | 12.414 |    |    |           |    |    |    |
| D.L.H.     | 45.153      | 9.464   | 6.676  | 80.601    | 62.236  | 14.298  | -      | -      | 134.165   | 17.184  | -     | 60.777    | 17.184  | 134.165           | 36.759  | 83.215    | 34.180      | -      |    |    |           |    |    |    |
| A. INDIA   | 5.291       | 3.747   | 1.169  | 15.085    | 10.352  | 2.473   | -      | 545    | 29.657    | 2.226   | -     | 15.011    | 2.226   | 29.657            | 6.876   | 10.712    | 6.772       | -      |    |    |           |    |    |    |
| ALITALIA   | 50.768      | 4.861   | 3.274  | 54.226    | 34.276  | 7.600   | -      | 241    | 95.831    | 21.310  | 1.508 | 58.306    | 21.310  | 95.831            | 11.298  | 65.823    | 34.977      | -      |    |    |           |    |    |    |
| JAPAN      | 40.065      | 11.304  | 17.277 | 58.465    | 117.569 | 16.012  | 31.982 | 20     | 117.977   | 16.555  | -     | 67.022    | 16.555  | 117.977           | 34.342  | 88.665    | 27.572      | -      |    |    |           |    |    |    |
| K.L.M.     | 47.964      | 8.286   | 3.493  | 64.876    | 46.144  | 10.068  | -      | 83     | 92.026    | 15.519  | 233   | 42.443    | 15.519  | 92.026            | 25.347  | 69.964    | 28.001      | 23.318 |    |    |           |    |    |    |
| T.A.P.     | 11.774      | 3.072   | 1.639  | 13.292    | 11.643  | 3.320   | -      | -      | 15.553    | 3.859   | -     | 9.940     | 3.859   | 15.553            | 4.271   | 3.760     | 38.138      | 126    |    |    |           |    |    |    |
| S.A.A.     | 7.292       | 5.187   | 2.275  | 22.133    | 27.218  | 6.550   | 3.020  | -      | 30.547    | 3.527   | -     | 17.408    | 3.527   | 30.547            | 7.464   | 13.850    | 8.073       | -      |    |    |           |    |    |    |
| IBERIA     | 20.240      | 7.844   | -      | 42.471    | 32.348  | -       | -      | -      | 56.541    | 10.985  | -     | 33.086    | 10.985  | 56.541            | 6.928   | 37.837    | 30.805      | -      |    |    |           |    |    |    |
| B.E.A.     | 33.599      | 3.748   | -      | 4.351     | 73.231  | 39.427  | 10.587 | -      | 79.069    | 6.962   | -     | 25.195    | 6.962   | 79.069            | 32.148  | 74.098    | 5.967       | 2.684  |    |    |           |    |    |    |
| B.O.A.C.   | 45.731      | 8.946   | 7.186  | 81.986    | 56.677  | -       | -      | 267    | 15.241    | 12.868  | 3.517 | 76.633    | 12.868  | 15.241            | 32.942  | 73.983    | 29.200      | 570    |    |    |           |    |    |    |
| AMERICAN   | 154.591     | 2.937   | 4.196  | 216.023   | 88.550  | 16.933  | -      | 5.844  | 152.090   | 45.433  | -     | 144.336   | 45.433  | 152.090           | -29.016 | 233.827   | 58.173      | -      |    |    |           |    |    |    |
| BRANIFF    | 41.120      | 3.141   | 1.404  | 45.674    | 18.031  | 3.693   | -      | 3.051  | 42.147    | 9.414   | -     | 35.393    | 9.414   | 42.147            | 7.605   | 60.321    | 19.142      | -      |    |    |           |    |    |    |
| DELTA      | 88.870      | 4.493   | 4.537  | 122.134   | 72.280  | 12.532  | -      | 653    | 89.711    | 33.411  | -     | 81.210    | 33.411  | 89.711            | 17.187  | 147.311   | 24.890      | -      |    |    |           |    |    |    |
| NATIONAL   | 33.284      | 2.864   | 954    | 48.503    | 31.384  | 4.208   | -      | 1.534  | 48.410    | 10.557  | -     | 34.601    | 10.557  | 48.410            | 6.078   | 56.039    | 13.844      | -      |    |    |           |    |    |    |
| P.A.A.     | 136.772     | 13.787  | -      | 160.214   | 111.384 | 19.303  | -      | 2.781  | 207.176   | 55.966  | -     | 160.966   | 55.966  | 207.176           | 47.179  | 211.707   | 62.084      | -      |    |    |           |    |    |    |
| T O T A L  | 935.179     | 127.687 | 67.875 | 1.369.630 | 935.653 | 167.133 | 35.609 | 20.888 | 1.580.955 | 326.183 | 7.336 | 1.111.802 | 326.183 | 1.580.955         | 385.204 | 1.466.303 | 544.566     | 69.140 |    |    |           |    |    |    |

1.- Tripulaciones Técnicas  
3.- Seguros Material Vuelo  
4.- Instrucción de Tripulantes  
5.- Otros Gastos de Vuelo  
6.- Mantenimiento  
7.- Amortización Normal Material de Vuelo

8.- Amortización Normal de Inmuebles y Equipos Tierra  
9.- Amortización Extraordinaria de Equipo de Vuelo y otros Bienes.  
10.- Amortización de los Costes de mejoras y de los pre-  
cios a la explotación.  
11.- Instrucción de la Tripulación de Vuelo (cuando se  
amortizan estos gastos).

12.- Servicios a los pasajeros.  
12\*- Parte del Servicio al pasajero, correspondiente a  
Tripulaciones Auxiliares.

13.- Venta de Billetes y fomento de Ventas.  
14.- Derechos de aterrizaje y salida.  
15.- Otros gastos de estacionamiento y "Handling"  
16.- Gastos Generales.  
17.- Otros Gastos de Explotación.

FUENTE: Elaboración propia a partir de la información suministrada por el Compendio Estadístico de OACI -180. Datos Financieros 1972.

CUADRO: C-3-28

## DATOS BÁSICOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL COSTE DE PASAJE Y CARGA

| C O M P A Ñ I A | P A I S      | P K T (000) | A K O (000) | T K T (000) | T K O (000) | I. P y C (000 \$) | I P (000 \$) | COSTE TOTAL<br>( 000 \$ ) |
|-----------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|--------------|---------------------------|
| AEROLINEAS      | ARGENTINA    | 2.266.825   | 4.562.622   | 287.703     | 578.480     | 144.803           | 124.324      | 166.748                   |
| QANTAS          | AUSTRALIA    | 5.618.512   | 10.316.783  | 673.269     | 1.357.348   | 262.412           | 217.412      | 270.575                   |
| SABENA          | BELGICA      | 3.092.622   | 6.324.626   | 511.467     | 875.291     | 171.471           | 128.441      | 247.878                   |
| VARIG           | BRASIL       | 3.615.420   | 6.260.517   | 541.385     | 966.018     | 189.385           | 145.317      | 174.862                   |
| A. CANADA       | CANADA       | 12.715.689  | 19.583.652  | 1.548.729   | 3.010.102   | 559.340           | 481.078      | 542.983                   |
| AIR FRANCE      | FRANCIA      | 13.386.554  | 23.526.216  | 1.731.778   | 3.034.211   | 666.254           | 561.150      | 649.779                   |
| D. L. H.        | ALEMANIA     | 10.453.305  | 18.955.781  | 1.662.761   | 2.856.964   | 630.799           | 484.036      | 633.822                   |
| A. INDIA        | INDIA        | 2.509.134   | 4.827.769   | 350.185     | 659.223     | 113.022           | 85.465       | 128.147                   |
| EL AL           | ISRAEL       | 3.355.971   | 5.345.149   | 406.972     | 719.169     | 119.943           | 98.280       | 124.348                   |
| ALITALIA        | ITALIA       | 9.303.461   | 17.443.768  | 1.133.501   | 2.152.599   | 444.409           | 378.677      | 474.472                   |
| J. A. L.        | JAPON        | 13.636.593  | 23.438.406  | 1.794.076   | 3.301.446   | 676.394           | 545.795      | 708.102                   |
| MEAL            | LIBANO       | 1.220.899   | 2.530.329   | 150.226     | 323.441     | 76.775            | 65.120       | 79.097                    |
| A. MEXICO       | MEXICO       | 2.328.069   | 4.614.238   | 239.606     | 540.034     | 89.891            | 81.869       | 98.014                    |
| K. L. M.        | HOLANDA      | 7.796.453   | 15.123.326  | 1.195.650   | 2.305.095   | 360.711           | 272.518      | 513.402                   |
| S. A. A.        | SUDAFRICA    | 3.536.120   | 7.025.409   | 396.242     | 911.195     | 178.627           | 147.090      | 184.564                   |
| IBERIA          | ESPAÑA       | 7.812.208   | 14.006.345  | 854.152     | 1.714.814   | 333.278           | 299.639      | 310.699                   |
| SWISSAIR        | SUIZA        | 5.781.924   | 10.928.789  | 731.798     | 1.469.894   | 310.672           | 260.753      | 314.515                   |
| B. E. A.        | R. UNIDO     | 5.928.474   | 10.452.590  | 602.150     | 1.150.890   | 418.681           | 373.185      | 416.038                   |
| P. A. A.        | E. UNIDOS    | 31.438.000  | 54.128.000  | 4.398.000   | 9.168.000   | 1.208.689         | 974.899      | 1.305.085                 |
| VIASA           | VENEZUELA    | 1.057.332   | 2.311.320   | 156.314     | 358.252     | 54.750            | 42.913       | 58.552                    |
| S. A. S.        | ESCANDINAVIA | 6.558.204   | 13.156.374  | 883.616     | 1.718.732   | 366.208           | 296.634      | 384.650                   |
| T O T A L       |              | 150.228.769 | 274.882.009 | 20.249.580  | 39.171.198  | 7.376.514         | 6.064.595    | 7.786.332                 |

1 AKO = 90 Kg. = 0,09 Tn.

| INGRESO MEDIO (\$) |              | T K O        |             | Ingreso Pasaje |               |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|----------------|---------------|
| TKO de Pasaje      | TKO de Carga | Pasaje (000) | Carga (000) | Ingreso Pasaje | Ingreso Carga |
| 0,2451             | 0,0909       | 24.739.381   | 14.431.817  |                | 2,6967        |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos económicos y de Tráfico suministrados, respectivamente, por los Compendios Estadísticos de OACI nº 180 y 189. -Año 1972-

CUADRO: C-3-29 DATOS DE TRAFICO Y COSTES DE COMPAÑIAS NORTEAMERICANAS

| COMPAÑIAS DE CARGA | OFERTA EN T.K.O. (10 <sup>3</sup> ) | COSTE TOTAL (10 <sup>3</sup> \$) |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| AIRLIFT            | 582.229                             | 41.267                           |
| FLYING TIGER       | 2.058.396                           | 131.878                          |
| SEABOARD           | 1.112.595                           | 75.080                           |
| TOTAL              | 3.753.221                           | 248.225                          |

| COMPAÑIAS DE PASAJE Y CARGA | T.K.O. PASAJE (10 <sup>3</sup> ) | T.K.O. TOTAL (10 <sup>3</sup> ) | COSTE TOTAL (10 <sup>3</sup> \$) |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| AMERICAN                    | 5.631.400                        | 9.246.755                       | 1.309.573                        |
| BRANIFF                     | 1.607.939                        | 2.138.777                       | 342.534                          |
| DELTA                       | 3.586.882                        | 4.952.343                       | 777.655                          |
| EASTERN                     | 4.250.379                        | 5.890.626                       | 1.107.781                        |
| NATIONAL                    | 1.609.534                        | 2.225.977                       | 324.006                          |
| NORTHWEST                   | 2.091.179                        | 3.264.645                       | 377.402                          |
| P.A.A.                      | 5.482.862                        | 10.020.000                      | 1.305.085                        |
| T.W.A.                      | 6.507.333                        | 9.784.000                       | 1.339.337                        |
| UNITED                      | 7.229.012                        | 10.931.691                      | 1.650.616                        |
| WESTERN                     | 1.496.940                        | 1.939.679                       | 342.056                          |
| TOTAL                       | 39.493.460                       | 60.394.493                      | 8.876.045                        |

| COSTE CTIVOS. U.S.A. |               |
|----------------------|---------------|
| T. K. O. MERCANCIA   | T.K.O. PASAJE |
| 6,6137               | 20,3480       |

CUADRO: C-4-1 INFORMACION BASICA DE TRAFICO PARA LA AGREGACION DE LA PRODUCCION

| CONCEPTOS  | COMERCIAL   |             |            |               | COMERCIAL   |               | COMERCIAL   |                           | TOTAL                |                           |
|------------|-------------|-------------|------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
|            | PASAJEROS   | P K T (000) | MERCANCIAS | T K T C (000) | P K T (000) | T K T C (000) | PASAJEROS   | ETAPA MEDIA PASAJERO (KM) | TONELADAS MERCANCIAS | ETAPA MEDIA TONELADA (KM) |
| COMPANIAS  |             |             |            |               |             |               |             |                           |                      |                           |
| AEROLINEAS | 1.285.419   | 2.266.825   | 18.491     | 76.058        | 2.319.083   | 76.286        | 1.315.052   | 1763                      | 18.547               | 4113                      |
| QANTAS     | 835.475     | 5.618.512   | 18.904     | 157.267       | 6.056.958   | 167.911       | 900.672     | 6725                      | 20.183               | 8319                      |
| SABENA     | 1.457.686   | 3.092.622   | 62.039     | 233.130       | 3.228.590   | 241.043       | 1.521.755   | 2122                      | 64.145               | 3758                      |
| VARIG      | 1.831.672   | 3.615.420   | 57.767     | 225.006       | 3.632.632   | 225.013       | 1.840.392   | 1974                      | 57.769               | 3895                      |
| A. CANADA  | 8.096.898   | 12.715.689  | 101.159    | 394.829       | 13.753.241  | 418.700       | 8.757.574   | 1570                      | 107.275              | 3903                      |
| LAN CHILE  | 656.339     | 1.083.944   | 15.769     | 43.900        | 1.120.658   | 44.991        | 678.570     | 1652                      | 16.161               | 2784                      |
| AVIANCA    | 2.019.182   | 1.721.325   | 59.579     | 60.815        | 1.723.694   | 61.320        | 2.021.961   | 852                       | 60.073               | 1021                      |
| EGYPTAIR   | 623.139     | 1.095.084   | 7.863      | 18.729        | 1.295.244   | 20.312        | 737.037     | 1757                      | 8.528                | 2382                      |
| FINNAIR    | 1.471.314   | 924.357     | 11.493     | 27.229        | 1.053.336   | 31.139        | 1.676.612   | 628                       | 13.143               | 2369                      |
| AIR FRANCE | 7.277.523   | 13.386.554  | 251.884    | 526.846       | 13.603.983  | 536.761       | 7.395.727   | 1839                      | 256.624              | 2092                      |
| LUFTHANSA  | 7.919.085   | 10.453.305  | 206.767    | 701.251       | 10.667.400  | 715.440       | 8.081.276   | 1320                      | 210.951              | 3392                      |
| A. INDIA   | 468.881     | 2.509.134   | 18.109     | 119.373       | 2.546.539   | 124.397       | 475.871     | 5351                      | 18.871               | 6592                      |
| ALITALIA   | 5.415.446   | 9.303.461   | 90.985     | 296.189       | 9.446.823   | 303.154       | 5.498.896   | 1718                      | 93.125               | 3255                      |
| JAPAN      | 7.781.953   | 13.636.593  | 146.590    | 593.426       | 14.191.024  | 637.789       | 8.098.348   | 1752                      | 157.549              | 4048                      |
| A. MEXICO  | 1.921.867   | 2.328.069   | 17.249     | 33.924        | 2.353.574   | 34.117        | 1.942.922   | 1211                      | 17.347               | 1967                      |
| K. L. M.   | 2.850.779   | 7.796.453   | 126.940    | 478.955       | 9.537.372   | 525.235       | 3.847.347   | 2735                      | 139.206              | 3773                      |
| TAP        | 1.454.584   | 3.150.953   | 18.017     | 60.132        | 3.236.016   | 60.182        | 1.493.852   | 2166                      | 18.032               | 3338                      |
| IBERIA     | 7.954.370   | 7.812.208   | 97.988     | 170.361       | 7.961.295   | 172.417       | 8.106.170   | 982                       | 99.170               | 1739                      |
| BEA        | 9.336.092   | 5.928.474   | 121.418    | 95.573        | 6.019.671   | 100.731       | 9.479.708   | 635                       | 127.971              | 787                       |
| BOAC       | 2.356.276   | 14.109.127  | 84.103     | 635.242       | 14.109.127  | 635.242       | 2.356.276   | 5988                      | 84.103               | 7553                      |
| AMERICAN   | 20.334.514  | 31.166.136  | 352.325    | 867.420       | 33.162.690  | 981.193       | 21.637.176  | 1533                      | 398.537              | 2462                      |
| BRITANNIA  | 6.716.718   | 7.822.497   | 71.582     | 168.166       | 8.754.336   | 179.774       | 7.516.833   | 1165                      | 76.523               | 2349                      |
| NATIONAL   | 6.569.674   | 8.938.091   | 57.132     | 126.738       | 8.941.860   | 126.738       | 6.572.444   | 1361                      | 57.132               | 2218                      |
| P.A.A.     | 11.081.000  | 31.438.000  | 274.000    | 1.545.400     | 35.334.000  | 1.782.562     | 12.454.229  | 2837                      | 316.049              | 5640                      |
| VIASA      | 342.573     | 1.057.332   | 23.218     | 63.935        | 1.074.470   | 64.152        | 348.126     | 3086                      | 23.297               | 2754                      |
| S.A.A.     | 1.844.286   | 3.536.120   | 25.660     | 84.926        | 3.580.943   | 85.204        | 1.867.664   | 1917                      | 25.744               | 3310                      |
| T O T A L  | 119.902.745 | 206.506.285 | 2.337.031  | 7.804.820     | 218.704.519 | 8.351.803     | 126.622.490 | 1722                      | 2.486.055            | 3340                      |

FUENTE : Elaboración propia a partir de los datos de tráfico correspondientes a 1.972 suministrados por el Compendio Estadístico nº. 189-A de OACI.



CUADRO: C-4-3

## DATOS BASICOS DE PERSONAL Y CAPITAL PARA LA ESTIMACION DE LAS FUNCIONES DE PRODUCCION

| C O M P A Ñ I A S | C A P I T A L (10 <sup>3</sup> \$) |                 | P E R S O N A L |            |       |                                       |
|-------------------|------------------------------------|-----------------|-----------------|------------|-------|---------------------------------------|
|                   | F L O T A                          | T. INMOVILIZADO | P I L O T O S   | AUXILIARES | VUELO | RESTO CATEGORIAS<br>EXCEPTO MANTENIM. |
| AEROLINEAS (1)    | 120.485                            | 137.389         | 318             | 499        |       | 3.872                                 |
| QANTAS (2)        | 363.194                            | 490.470         | 547             | 1.081      |       | 6.527                                 |
| SABENA            | 268.659                            | 319.315         | 370             | 669        |       | 5.724                                 |
| VARIG             | 173.456                            | 198.269         | 505             | 765        |       | 7.733                                 |
| A.CANADA          | 757.806                            | 974.294         | 1.118           | 2.296      |       | 9.828                                 |
| LAN CHILE         | 67.096                             | 72.782          | 166             | 173        |       | 2.472                                 |
| AVIANCA           | 84.629                             | 95.768          | 264             | 323        |       | 6.088                                 |
| EGIPTAIR          | 63.772                             | 75.220          | 185             | 209        |       | 5.347                                 |
| FINNAIR           | 88.869                             | 101.667         | 213             | 335        |       | 1.905                                 |
| A.FRANCE          | 662.731                            | 848.392         | 1.164           | 2.946      |       | 17.445                                |
| LUFTHANSA         | 730.531                            | 865.802         | 1.003           | 1.721      |       | 13.287                                |
| A.INDIA           | 193.401                            | 232.242         | 209             | 797        |       | 7.003                                 |
| ALITALIA          | 592.317                            | 734.674         | 1.119           | 1.720      |       | 8.747                                 |
| JAPAN             | 919.718                            | 1.100.056       | 884             | 2.264      |       | 9.931                                 |
| A.MEXICO (1)      | 67.044                             | 78.209          | 329             | 369        |       | 3.164                                 |
| K.L.M.            | 366.711                            | 474.978         | 752             | 1.557      |       | 11.057                                |
| T.A.P.            | 145.581                            | 185.539         | 233             | 664        |       | 5.706                                 |
| S.A.A. (3)        | 272.180                            | 367.880         | 339             | 784        |       | 4.328                                 |
| IBERIA            | 475.411                            | 569.465         | 556             | 1.258      |       | 12.060                                |
| BEA               | 582.549                            | 757.258         | 1.565           | 1.593      |       | 14.781                                |
| B.O.A.C.          | 846.680                            | 1.066.028       | 1.388           | 2.915      |       | 15.221                                |
| AMERICAN          | 1.427.802                          | 1.667.951       | 3.339           | 4.737      |       | 24.327                                |
| BRANIFF           | 300.196                            | 344.893         | 748             | 1.175      |       | 6.602                                 |
| NATIONAL          | 469.875                            | 532.007         | 578             | 1.146      |       | 5.182                                 |
| P.A.A.            | 1.428.349                          | 1.747.570       | 2.060           | 4.914      |       | 24.678                                |
| VIASA             | 42.908                             | 45.470          | 140             | 231        |       | 870                                   |
|                   |                                    |                 |                 |            |       | 1.241                                 |

(1) Inmovilizado Total y en Flota del año 1972

(2) Personal a final de 1972

(3) Inmovilizado Total y en Flota estimado a través de las Amortizaciones Totales

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de 1972 suministrados por los Compendios Estadísticos de OACI n°s. 180 y 183.

CUADRO: C-6-1

## DATOS BASICOS MUESTRALES PARA ESTIMAR LAS NECESIDADES DE FLOTA

| F L O T A S   | C O N C E P T O S  | 1971/72  | 1972/73  | 1973/74  |
|---------------|--------------------|----------|----------|----------|
| B - 747       | HORAS DE VUELO     | 8364,28  | 9593,62  | 9007,00  |
|               | FRECUENCIAS        | 2097     | 1932     | 1744     |
|               | AVIONES REALES     | 2,83     | 3,00     | 3,00     |
|               | * AVIONES TEORICOS | 2,27     | 2,41     | 2,24     |
| D C - 10 / 30 | HORAS DE VUELO     | -        | 4049,00  | 7641,00  |
|               | FRECUENCIAS        | -        | 1316     | 1949     |
|               | AVIONES REALES     | -        | 1,39     | 2,58     |
|               | * AVIONES TEORICOS | -        | 1,14     | 1,98     |
| D C - 8 / 63  | HORAS DE VUELO     | 20502,67 | 20129,75 | 21427,00 |
|               | FRECUENCIAS        | 6444     | 6543     | 6911     |
|               | AVIONES REALES     | 6,00     | 6,00     | 6,00     |
|               | * AVIONES TEORICOS | 5,43     | 5,40     | 5,73     |
| B - 727       | HORAS DE VUELO     | -        | 23354,90 | 49646,00 |
|               | FRECUENCIAS        | -        | 22717    | 51408    |
|               | AVIONES REALES     | -        | 10,57    | 23,41    |
|               | * AVIONES TEORICOS | -        | 9,29     | 20,47    |
| D C - 9 / 30  | HORAS DE VUELO     | 64317,54 | 75501,45 | 77145,00 |
|               | FRECUENCIAS        | 62231    | 79377    | 84426    |
|               | AVIONES REALES     | 29,17    | 34,35    | 34,00    |
|               | * AVIONES TEORICOS | 22,63    | 27,74    | 28,97    |

\* Aviones Teóricos bajo el supuesto de 16 Horas de Disponibilidad Diaria.

FUENTE : Elaboración propia a partir de las Estadísticas de la Flota, elaboradas por la Dirección de Material de IBERIA, y de la aplicación de la fórmula ( 6 - 1 ).

CUADRO: C-7-1 INFORMACION BASICA DE HORAS DE VUELO Y ROTACIONES PARA ESTIMAR PLANTILLAS DE TRIPULANTES

| CONCEPTOS<br>FLOTAS | HORAS DE<br>VUELO<br>(HV <sub>i,j</sub> ) | FRECUENCIAS<br>(F <sub>i,j</sub> ) | ETAPA<br>MEDIA EN<br>T. VUELO<br>(TV <sub>i,j</sub> ) | ROTACIONES<br>DE LA RED<br>(RR <sub>i,j</sub> ) | ROTACIONES<br>DE LA ETAPA<br>MEDIA<br>(RM <sub>i,j</sub> ) | CONCEPTOS<br>FLOTAS | HORAS DE<br>VUELO<br>(HV <sub>i,j</sub> ) | FRECUENCIAS<br>(F <sub>i,j</sub> ) | ETAPA<br>MEDIA EN<br>T. VUELO<br>(TV <sub>i,j</sub> ) | ROTACIONES<br>DE LA RED<br>(RR <sub>i,j</sub> ) | ROTACIONES<br>DE LA ETAPA<br>MEDIA<br>(RM <sub>i,j</sub> ) |
|---------------------|---|------------------------------------|---|---|--|---------------------|---|------------------------------------|---|---|--|
|                     |   |                                    |   |   |  |                     |   |                                    |   |   |  |
| B - 747             | 71  | 4.894,13                           | 926   | 5,29  | 5,04   | DC - 9/30           | 68  | 23.694,85                          | 19.074  | 1,24  | 24,08  |
|                     | 72  | 8.157,85                           | 1.888   | 4,32  | 8,81   |                     | 69  | 33.624,15                          | 28.294  | 1,19  | 34,17  |
|                     | 73  | 9.360,80                           | 1.866   | 5,02  | 9,89   |                     | 70  | 49.983,25                          | 42.168  | 1,18  | 50,75  |
|                     | 74  | 10.116,44                          | 2.348   | 4,31  | 10,81  |                     | 71  | 51.715,90                          | 47.110  | 1,10  | 54,31  |
| DC - 10/30          | 73  | 3.739,24                           | 866   | 4,32  | 3,98   | CVL - XR            | 72  | 60.737,92                          | 58.929  | 1,03  | 65,86  |
|                     | 74  | 14.968,30                          | 3.640   | 4,11  | 15,95  |                     | 73  | 75.156,59                          | 77.786  | 0,97  | 84,30  |
|                     | 69  | 7.826,73                           | 1.722   | 4,55  | 8,27   |                     | 74  | 67.709,82                          | 75.885  | 0,89  | 79,21  |
|                     | 70  | 12.454,44                          | 2.804   | 4,44  | 13,13  |                     | 67  | 7.547,21                           | 4.462   | 1,69  | 7,67   |
| DC - 8/63           | 71  | 17.527,90                          | 5.023   | 3,49  | 18,57  | F - 27              | 68  | 11.889,67                          | 8.855   | 1,34  | 12,08  |
|                     | 72  | 19.061,05                          | 5.897   | 3,23  | 20,53  |                     | 69  | 11.130,00                          | 7.280   | 1,53  | 11,31  |
|                     | 73  | 17.125,58                          | 5.390   | 3,18  | 18,34  |                     | 70  | 13.219,33                          | 8.568   | 1,54  | 13,43  |
|                     | 74  | 20.705,29                          | 6.356   | 3,26  | 22,29  |                     | 71  | 10.338,88                          | 6.987   | 1,48  | 10,51  |
| DC - 8/50           | 67  | 17.965,55                          | 4.309   | 4,17  | 18,46  | F - 27              | 72  | 8.131,08                           | 5.008   | 1,62  | 8,26   |
|                     | 68  | 21.236,00                          | 5.015   | 4,23  | 22,00  |                     | 73  | 3.253,80                           | 4.342   | 0,75  | 3,92   |
|                     | 69  | 19.626,00                          | 5.218   | 3,76  | 20,53  |                     | 68  | 7.328,76                           | 9.361   | 0,78  | 7,45   |
|                     | 70  | 20.598,67                          | 5.625   | 3,66  | 21,50  |                     | 69  | 11.078,32                          | 18.688  | 0,59  | 12,87  |
| B - 727             | 71  | 18.852,83                          | 7.797   | 2,42  | 20,24  | B - 727             | 70  | 10.649,37                          | 21.835  | 0,49  | 14,79  |
|                     | 72  | 17.105,30                          | 8.474   | 2,02  | 18,46  |                     | 71  | 12.531,38                          | 25.823  | 0,49  | 17,50  |
|                     | 73  | 10.515,76                          | 4.672   | 2,25  | 11,33  |                     | 72  | 14.453,85                          | 27.834  | 0,52  | 18,86  |
|                     | 72  | 2.589,64                           | 2.642   | 0,98  | 3,33   |                     | 73  | 15.310,27                          | 28.143  | 0,54  | 19,07  |
|                     | 73  | 21.851,65                          | 20.337  | 1,07  | 27,42  |                     | 74  | 5.287,30                           | 9.062   | 0,58  | 6,18   |
|                     | 74  | 68.816,35                          | 65.638  | 1,05  | 87,43  |                     |   |                                    |   |   |  |

FUENTE : Elaboración propia a partir de las Estadísticas de Tiempos de Vuelo publicadas por la Dirección de Operaciones de IBERIA y de la aplicación de la expresión ( 2 - 37 ).

EMPRESA : AEROLINEAS

CUADRO: C-7-3

| CONCEPTOS     | HORAS<br>BLOQUE | FRECUEN<br>CIAS | HORAS<br>VUELO | ETAPA<br>MEDIA<br>EN T.V. | CAPACI-<br>DAD DE<br>PASAJE | ROTACIO-<br>NESETA-<br>PA MEDIA | ROTACIO-<br>NES RED | PLANTIL-<br>PARCIAL<br>PILOTOS | PLANTIL-<br>PARCIAL<br>AUXILIAR. |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| BOEING-707    | 28329.          | 6417.           | 27789.         | 4.33                      | 142.                        | 28.3                            | 30.2                | 60.5                           | 171.7                            |
| BOEING-737    | 21637.          | 20558.          | 17525.         | 0.85                      | 112.                        | 19.8                            | 21.1                | 42.3                           | 94.7                             |
| H6-748        | 13007.          | 10350.          | 11548.         | 1.12                      | 44.                         | 11.8                            | 12.5                | 25.0                           | 22.0                             |
| CARRVELLE     | 5041.           | 5202.           | 4104.          | 0.79                      | 85.                         | 4.4                             | 4.6                 | 9.1                            | 15.5                             |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
| TOTAL PARCIAL | 68314.          | 42527.          | 60966.         | 1.43                      | 64.                         | 111.1                           | 68.4                | 136.8                          | 303.9                            |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Compendio Estadístico nº.183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo ( 7 - 2 ).

EMPRESA = QANTAS

CUADRO: C-7-4

| CONCEPTOS     | HORAS<br>BLOQUE | FRECUEN<br>CIAS | HORAS<br>VUELO | ETAPA<br>MEDIA<br>EN T.V. | CAPACI-<br>DAD DE<br>PASAJE | ROTACIO-<br>NES RED<br>PA MEDIA | ROTACIO-<br>NES RED<br>PILOTOS | PLANTIL.<br>PARCIAL<br>AUXILIAR. |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| FLOTAS        |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
| BOEING-707    | 65878.          | 16103.          | 62013.         | 3.85                      | 140.                        | 63.2                            | 67.7                           | 378.9                            |
| BOEING-747    | 13023.          | 3024.           | 12055.         | 3.98                      | 367.                        | 12.3                            | 13.0                           | 181.4                            |
| DC-11         | 2633.           | 592.            | 2132.          | 4.11                      | 60.                         | 2.5                             | 2.5                            | 6.1                              |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
| TOTAL PARCIAL | 81434.          | 19719.          | 76501.         | 3.88                      | 89.                         | 77.9                            | 161.1                          | 576.3                            |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Compendio Estadístico nº.183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

**CUADRO: C-7-5**

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Censo Estadístico n.º 183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

EMPRESA = VARIO

CUADRO: C-7-6

| CONCEPTOS     | HORAS<br>BLOQUE | FRECUEN<br>CIAS | HORAS<br>VUELO | ETAPA<br>MEDIA<br>EN T.V. | CAPACI-<br>DAD DE<br>PASAJE | ROTACIO-<br>NES RED<br>PARCIAL<br>PILOTOS | ROTACIO-<br>NES RED<br>PARCIAL<br>PILOTOS | PLANTIL.<br>PARCIAL<br>AUXILIAR. |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|---|---|----------------------------------|
| FLOTAS        |                 |                 |                |                           |                             |   |   |                                  |
| BOEING-707    | 32975.          | 6060.           | 31521.         | 5.20                      | 135.                        | 32.1                                      | 34.3                                      | 185.3                            |
| HIS-74B       | 21076.          | 21696.          | 17387.         | 0.80                      | 40.                         | 17.7                                      | 18.8                                      | 30.2                             |
| L-188 ELECTRA | 17517.          | 16574.          | 14533.         | 0.88                      | 89.                         | 14.3                                      | 15.1                                      | 54.1                             |
| BOEING-727    | 11566.          | 10163.          | 9533.          | 0.94                      | 94.                         | 10.2                                      | 10.8                                      | 40.6                             |
| BOEING-707    | 8128.           | 1873.           | 7678.          | 4.10                      | 0.                          | 7.8                                       | 8.3                                       | 0.0                              |
| BOEING-707    | 6051.           | 1545.           | 5680.          | 3.68                      | 127.                        | 5.8                                       | 6.1                                       | 30.9                             |
| L-188 ELECTRA | 5081.           | 2225.           | 4681.          | 2.10                      | 0.                          | 4.8                                       | 5.0                                       | 0.0                              |
| FH-227 B      | 3351.           | 3065.           | 2830.          | 0.92                      | 44.                         | 2.9                                       | 3.0                                       | 5.2                              |
| DC-B-30       | 2663.           | 640.            | 2509.          | 3.92                      | 121.                        | 2.6                                       | 2.6                                       | 12.6                             |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |   |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |   |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |   |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |   |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |   |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |   |                                  |
| TOTAL PARCIAL | 108409.         | 63841.          | 96355.         | 1.51                      | 98.                         | 98.1                                      | 104.0                                     | 358.8                            |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Compendio Estadístico n.º.183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

EMPRESA = A. CANADA

CUADRO: C-7-7

| CONCEPTOS     | HORAS<br>BLOQUE | FRECUEN<br>CIAS | HORAS<br>VUELO | ETAPA<br>MEDIA<br>EN T.V. | CAPACI-<br>DAD DE<br>PASAJE | ROTACIO-<br>NESETA-<br>NAS RED<br>PAR MEDIA | ROTACIO-<br>PLANTIL.<br>PARCIAL<br>PILOTOS | PLANTIL.<br>PARCIAL<br>AUXILIAR. |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|---|--|----------------------------------|
| FLOTAS        |                 |                 |                |                           |                             |   |  |                                  |
| DC-B-30       | 113916.         | 96600.          | 96528.         | 1.00                      | 94.                         | 98.3  | 105.4                                      | 386.3                            |
| DC-B-60       | 58008.          | 21184.          | 53014.         | 2.50                      | 204.                        | 54.0  | 57.8                                       | 471.8                            |
| DC-B-40       | 34281.          | 12035.          | 31393.         | 2.61                      | 140.                        | 32.0  | 34.2                                       | 181.4                            |
| VICKERS-700   | 33350.          | 36983.          | 27062.         | 0.73                      | 48.                         | 29.1  | 31.1                                       | 59.6                             |
| DC-B-50       | 31594.          | 10639.          | 26040.         | 2.73                      | 100.                        | 29.6  | 31.6                                       | 126.4                            |
| BOEING-747    | 8510.           | 1839.           | 7889.          | 4.07                      | 365.                        | 8.0   | 8.5  | 124.0                            |
| DC-B-15       | 4502.           | 5026.           | 3597.          | 0.72                      | 75.                         | 4.1   | 4.2  | 12.7                             |
| VICKERS-950   | 744.            | 570.            | 641.           | 1.13                      | 108.                        | 0.7   | 0.6  | 2.4                              |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |  |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |  |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |  |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |  |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |  |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |  |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |   |  |                                  |
| TOTAL PARCIAL | 284995.         | 184976.         | 249166.        | 1.35                      | 127.                        | 255.7                                       | 273.3                                      | 1384.5                           |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flota suministrados por el Compendio Estadístico n.º 183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).



EMPRESA = LUFTHANSA

CUADRO: C-7-8

| CONCEPTOS     | HORAS<br>BLOQUE | FRECUEN<br>CIAS | HORAS<br>VUELO | ETAPA<br>MEDIA<br>EN T.V. | CAPACI-<br>DAD DE<br>PASAJE | ROTACIO-<br>NESETA-<br>PA MEDIA | ROTACIO-<br>NES RED | PLANTIL-<br>PARCIAL<br>PILOTOS | PLANTIL-<br>PARCIAL<br>AUXILIAR. |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| FLOTAS        |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
| BOEING-737    | 63925.          | 62970.          | 51331.         | 0.82                      | 96.                         | 59.7                            | 63.9                | 127.8                          | 245.4                            |
| BOEING-707    | 47608.          | 11495.          | 44849.         | 3.90                      | 146.                        | 45.7                            | 48.9                | 87.8                           | 285.5                            |
| BOEING-727    | 37638.          | 31448.          | 31349.         | 1.00                      | 110.                        | 32.3                            | 34.6                | 69.1                           | 152.0                            |
| BOEING-707    | 29287.          | 6089.           | 27826.         | 4.57                      | 123.                        | 28.3                            | 30.3                | 60.6                           | 148.0                            |
| BOEING-727    | 26841.          | 17025.          | 23426.         | 1.38                      | 104.                        | 23.9                            | 25.5                | 51.0                           | 106.0                            |
| BOEING-737    | 18121.          | 18412.          | 14438.         | 0.78                      | 111.                        | 17.2                            | 18.3                | 36.6                           | 81.3                             |
| BOEING-707    | 17807.          | 4702.           | 16678.         | 3.55                      | 146.                        | 17.0                            | 18.1                | 36.2                           | 105.7                            |
| BOEING-727    | 12355.          | 10675.          | 10220.         | 0.96                      | 157.                        | 10.8                            | 11.4                | 22.9                           | 71.9                             |
| BOEING-747    | 11150.          | 2063.           | 10480.         | 5.08                      | 358.                        | 10.7                            | 11.3                | 22.7                           | 162.2                            |
| BOEING-747    | 4222.           | 638.            | 4018.          | 6.30                      | 358.                        | 4.1                             | 4.3                 | 8.5                            | 60.9                             |
| BOEING-747    | 3369.           | 438.            | 3229.          | 7.37                      | 0.                          | 3.3                             | 3.4                 | 6.8                            | 0.0                              |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                     |                                |                                  |
| TOTAL PARCIAL | 272324.         | 165956.         | 237865.        | 1.43                      | 133.                        | 252.9                           | 269.7               | 539.8                          | 1419.7                           |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flota suministrados por el Compendio Estadístico nº.183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

**CUADRO: C-7-9**

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Censo Estadístico n.º 183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

ITALIA = SWEDEN

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Censo Estadístico n.º 183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).



Σ Ξ Ω Χ Ψ Δ "

**CUADRO: C-7-12**

| CONCEPTOS     | HORAS BLOQUE | FRECUENCIA | HORAS VUELO | ETAPA MEDIA EN T.V. | CAPACIDAD DE PASAJE | ROTACIONES PARA MEDIA | ROTACIONES RED | PLANTIL. PARCIAL PILOTOS | PLANTIL. PARCIAL AUXILIAR. |
|---------------|--------------|------------|-------------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------|--------------------------|----------------------------|
| FLOTAS        |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
| DC-B-30       | 34088.       | 34179.     | 27836.      | 0.82                | 85.                 | 28.2                  | 31.2           | 62.4                     | 106.2                      |
| DC-B-51       | 14373.       | 5253.      | 13112.      | 2.50                | 138.                | 13.4                  | 14.2           | 28.4                     | 78.4                       |
| H5-748        | 13780.       | 10439.     | 12005.      | 1.15                | 48.                 | 12.2                  | 13.8           | 26.8                     | 25.8                       |
| DC-B-63       | 8831.        | 2455.      | 8342.       | 3.40                | 210.                | 8.5                   | 8.8            | 18.8                     | 75.5                       |
| T. OTTER      | 4008.        | 2733.      | 3543.       | 1.30                | 18.                 | 3.6                   | 3.7            | 7.5                      | 2.7                        |
| DC-B-53       | 1183.        | 545.       | 1832.       | 1.88                | 136.                | 1.1                   | 1.8            | 2.8                      | 5.4                        |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
|               |              |            |             |                     |                     |                       |                |                          |                            |
| TOTAL PARCIAL | 76343.       | 55604.     | 65871.      | 1.18                | 102.                | 88.8                  | 72.1           | 144.2                    | 283.8                      |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Censo Estadístico n.º 183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

EMPRESA = K.L.M.

CUADRO: C-7-13

| CONCEPTOS     | HORAS BLOQUE | FRECUENCIAS | HORAS VUELO | ETAPA MEDIA EN T.V. | CAPACIDAD DE PASAJE | ROTACIONES RED | PLANTIL. PARCIAL PILOTOS | PLANTIL. PARCIAL AUXILIAR. |
|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|----------------|--------------------------|----------------------------|
| FLOTAS        |              |             |             |                     |                     |                |                          |                            |
| DC-8-63       | 38484.       | 9832.       | 36100.      | 3.63                | 200.                | 36.8           | 78.7                     | 314.6                      |
| BOEING-747    | 27785.       | 6020.       | 25858.      | 4.30                | 328.                | 26.3           | 56.3                     | 388.1                      |
| DC-8-30       | 21825.       | 16830.      | 18886.      | 1.12                | 85.                 | 18.3           | 41.0                     | 78.0                       |
| DC-8-65       | 18605.       | 4750.       | 18465.      | 3.88                | 87.                 | 18.8           | 40.1                     | 68.8                       |
| DC-8-30       | 19337.       | 15033.      | 16631.      | 1.11                | 85.                 | 16.8           | 36.1                     | 68.8                       |
| DC-8-63       | 18833.       | 7011.       | 17150.      | 2.45                | 140.                | 17.5           | 37.2                     | 104.2                      |
| DC-8-15       | 5878.        | 5487.       | 4891.       | 0.81                | 73.                 | 5.1            | 10.6                     | 15.5                       |
| DC-10-30      | 1278.        | 353.        | 1180.       | 3.37                | 247.                | 9.1            | 19.3                     | 95.2                       |
| F-27          | 853.         | 851.        | 808.        | 0.85                | 44.                 | 0.8            | 1.5                      | 1.3                        |
|               |              |             |             |                     |                     |                |                          |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                |                          |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                |                          |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                |                          |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                |                          |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                |                          |                            |
| TOTAL PARCIAL | 154178.      | 66267.      | 140880.     | 2.11                | 174.                | 150.6          | 320.7                    | 1116.3                     |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Compendio Estadístico nº.183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

EMPRESA = S.A.S.

CUADRO: C-7-14

| CONCEPTOS     | HORAS<br>BLOQUE | FRECUEN<br>CIAS | HORAS<br>VUELO | ETAPA<br>MEDIA<br>EN T.V. | CAPACI-<br>DAD DE<br>PASAJE | ROTACIONES RED<br>NESTAS<br>PA MEDIA | PLANTIL.<br>PARCIAL<br>PILOTOS | PLANTIL.<br>PARCIAL<br>AUXILIAR. |
|---------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| FLOTAS        |                 |                 |                |                           |                             |                                      |                                |                                  |
| DC-8-30       | 60050.          | 45844.          | 51050.         | 1.02                      | 107.                        | 52.0                                 | 111.4                          | 238.3                            |
| CARAVELLE     | 27181.          | 27849.          | 22150.         | 0.79                      | 85.                         | 23.0                                 | 50.3                           | 85.6                             |
| DC-8-30       | 27013.          | 32003.          | 21238.         | 0.66                      | 85.                         | 25.2                                 | 53.0                           | 81.4                             |
| DC-8-62       | 23858.          | 5831.           | 22450.         | 2.85                      | 180.                        | 22.0                                 | 48.0                           | 185.6                            |
| DC-8-62       | 23852.          | 5330.           | 22573.         | 4.24                      | 120.                        | 23.0                                 | 48.1                           | 125.6                            |
| CV-440        | 13475.          | 18224.          | 10207.         | 0.53                      | 50.                         | 13.4                                 | 28.5                           | 31.8                             |
| BOEING-747    | 8132.           | 1070.           | 7780.          | 7.28                      | 353.                        | 7.0                                  | 16.7                           | 118.2                            |
| DC-8-30       | 5418.           | 4475.           | 4814.          | 1.03                      | 0.                          | 4.7                                  | 8.8                            | 0.0                              |
| DC-8-62       | 4688.           | 1075.           | 4430.          | 4.12                      | 0.                          | 4.5                                  | 8.4                            | 0.0                              |
| DC-8-55       | 180.            | 85.             | 150.           | 1.88                      | 184.                        | 0.2                                  | 0.1                            | 0.2                              |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                      |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                      |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                      |                                |                                  |
|               |                 |                 |                |                           |                             |                                      |                                |                                  |
| TOTAL PARCIAL | 183849.         | 147076.         | 188679.        | 1.13                      | 122.                        | 177.4                                | 378.0                          | 876.8                            |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Compendio Estadístico nº.183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

“ ”

**CUADRO: C-7-15**

| CONCEPTOS     | HORAS BLOQUE | FRECUENCIAS | HORAS VUELO | ETAPA MEDIA EN T.V. | CAPACIDAD DE PASAJE | ROTACIONES RED NEBETAS PARA MEDIA | ROTACIONES RED NEBETAS PARA MEDIA | ROTACIONES RED NEBETAS PARA MEDIA | PLANTIL. PARCIAL AUXILIAR. |
|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| BOEING-727    | 20688.       | 17888.      | 17121.      | 0.86                | 87.                 | 18.1                              | 18.3                              | 38.5                              | 74.7                       |
| BOEING-707    | 17848.       | 5418.       | 18847.      | 3.07                | 138.                | 17.0                              | 18.1                              | 38.1                              | 100.4                      |
| BOEING-747    | 13223.       | 2888.       | 12264.      | 4.08                | 351.                | 12.5                              | 13.3                              | 26.5                              | 186.3                      |
| BOEING-737    | 11486.       | 13078.      | 8880.       | 0.68                | 82.                 | 11.6                              | 12.3                              | 24.6                              | 46.3                       |
| 46-748        | 4628.        | 3227.       | 3878.       | 1.23                | 40.                 | 4.1                               | 4.3                               | 8.4                               | 6.7                        |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
|               |              |             |             |                     |                     |                                   |                                   |                                   |                            |
| TOTAL PARCIAL | 87884.       | 42812.      | 58882.      | 1.38                | 154.                | 83.2                              | 87.1                              | 134.2                             | 413.5                      |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Censo Estadístico n.º 183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37), y de la estimación del modelo (7-2).



EMPRESA = IBERIA

CUADRO: C-7-16

| CONCEPTOS     |  | HORAS<br>BLOQUE | FRECUEN<br>CIAS | HORAS<br>VUELO | ETAPA<br>MEDIA<br>EN T.V. | CAPACI-<br>DAD DE<br>PASAJE | ROTACIO-<br>NES RED<br>PA MEDIA | ROTACIO-<br>NES RED<br>PILOTOS | PLANTIL.<br>PARCIAL<br>AUXILIAR. |
|---------------|--|-----------------|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| FLOTAS        |  |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
| DC-8-30       |  | 76543.          | 58182.          | 66068.         | 1.14                      | 100.                        | 67.3                            | 72.1                           | 288.3                            |
| CARRAVELLE    |  | 27126.          | 22636.          | 23051.         | 1.02                      | 84.                         | 23.5                            | 25.1                           | 84.2                             |
| F-27          |  | 22748.          | 28076.          | 17875.         | 0.64                      | 44.                         | 20.8                            | 22.3                           | 38.3                             |
| DC-8-63       |  | 21824.          | 5004.           | 20407.         | 3.46                      | 208.                        | 20.8                            | 22.2                           | 184.5                            |
| DC-8-60       |  | 20862.          | 8617.           | 18884.         | 2.18                      | 150.                        | 18.2                            | 20.5                           | 123.1                            |
| F-28          |  | 11177.          | 8851.           | 8826.          | 1.43                      | 0.                          | 10.1                            | 10.7                           | 0.0                              |
| BOEING-747    |  | 8782.           | 2146.           | 8106.          | 3.78                      | 370.                        | 8.3                             | 8.7                            | 128.0                            |
| CARRAVELLE    |  | 4678.           | 2203.           | 4281.          | 1.84                      | 84.                         | 4.4                             | 4.6                            | 17.1                             |
| BOEING-727    |  | 3268.           | 2647.           | 2738.          | 1.03                      | 148.                        | 2.8                             | 2.8                            | 17.0                             |
|               |  |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |  |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |  |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |  |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |  |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |  |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
|               |  |                 |                 |                |                           |                             |                                 |                                |                                  |
| TOTAL PARCIAL |  | 210807.         | 147087.         | 183488.        | 1.26                      | 125.                        | 177.2                           | 188.0                          | 882.5                            |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Compendio Estadístico nº.183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).

EMPRESA = B.E.A.

CUADRO: C-7-17

| CONCEPTOS           | HORAS BLOQUE | FRECUENCIAS | HORAS VUELO | ETAPA MEDIA EN T.V. | CAPACIDAD DE PASAJE | ROTACIONES RED PARA MEDIA | ROTACIONES RED PARCIAL PILOTOS | PLANTIL. PARCIAL AUXILIAR. |
|---------------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| FLOTAS              |              |             |             |                     |                     |                           |                                |                            |
| HAWKER HS-121 B     | 45975.       | 28535.      | 40068.      | 1.36                | 137.                | 40.8                      | 43.7                           | 238.3                      |
| BAC ONE-ELEVEN      | 45344.       | 47472.      | 36799.      | 0.78                | 98.                 | 39.7                      | 42.5                           | 166.5                      |
| HAWKER HS-121 IC    | 41952.       | 33373.      | 35277.      | 1.06                | 109.                | 35.9                      | 38.4                           | 167.4                      |
| VICKERS 802 VISC.   | 32744.       | 34506.      | 26532.      | 0.77                | 70.                 | 28.7                      | 30.7                           | 85.8                       |
| HAWKER HS-121 II    | 33121.       | 13405.      | 30440.      | 2.27                | 101.                | 31.0                      | 33.1                           | 133.8                      |
| VICKERS 853 VANG.   | 15220.       | 9529.       | 13504.      | 1.42                | 0.                  | 13.8                      | 14.7                           | 0.0                        |
| VICKERS 851/3 VANG. | 14584.       | 10585.      | 12688.      | 1.20                | 131.                | 12.9                      | 13.7                           | 71.8                       |
| HAWKER HS-114 H.    | 1845.        | 1833.       | 1516.       | 0.78                | 15.                 | 1.6                       | 1.6                            | 1.0                        |
| HAWKER HS-121 IE    | 1718.        | 1640.       | 1380.       | 0.85                | 123.                | 1.6                       | 1.6                            | 7.8                        |
|                     |              |             |             |                     |                     |                           |                                |                            |
|                     |              |             |             |                     |                     |                           |                                |                            |
|                     |              |             |             |                     |                     |                           |                                |                            |
|                     |              |             |             |                     |                     |                           |                                |                            |
|                     |              |             |             |                     |                     |                           |                                |                            |
|                     |              |             |             |                     |                     |                           |                                |                            |
| TOTAL PARCIAL       | 232513.      | 181978.     | 198217.     | 1.09                | 106.                | 206.0                     | 218.8                          | 817.5                      |

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de Flotas suministrados por el Compendio Estadístico nº.183 de OACI -1972-, de la aplicación de la expresión (2-37) y de la estimación del modelo (7-2).



## **10.- ANEXO E**

### **ANALISIS DE LA HETEROSCEDASTICIDAD**



En este Anexo vamos a realizar unas pequeñas consideraciones sobre el problema de la heteroscedasticidad, así como también un breve análisis de los resultados que se derivan de alguno de los modelos estimados en los capítulos anteriores.

En la fundamentación de la Teoría de la Regresión Lineal Múltiple, ALCAIDE<sup>1</sup> clasifica los axiomas en dos grupos: I) Axiomas necesarios y II) Axiomas convenientes. Dentro de estos últimos existe uno que nos interesa especialmente, el de la Homoscedasticidad: "La distribución probabilística de  $V_t$  es independiente de  $t$  y su varianza constante vale  $S^2$ ".

Para otros autores, el término de homoscedasticidad es ligeramente distinto; por ejemplo JOHNSTON<sup>2</sup> afirma que "A la condición de tener una varianza constante se la conoce con el nombre de homoscedasticidad y a su contraria con el de heteroscedasticidad".

En el tratamiento estadístico del modelo lineal de regresión simple, MALINVAUD<sup>3</sup> expresa la hipótesis de homoscedasticidad de la siguiente forma: "El error  $e_t$  sigue una distribución independiente de  $t$  y de las  $Z_i$  (para  $Z_i = 1, 2, \dots, T$ ) de varianza  $S^2$ ".

Creemos que con arreglo a los contrastes más usuales sobre homoscedasticidad: a) Prueba de GOLDFIELD-QUANDT y b) Enfoque de GLEJSER, lo más correcto es

---

1.- ALCAIDE, A. (1.966): Op. citada. Pág. 166 y s.s.

2.- JOHNSTON, J.: "Econometric Methods". Mac Grow Hill Company Inc. 1.963.

Traducción al castellano de A. HERRANZ YUSTE. Barcelona. Editorial Vicens Vives. 1.967. Pág. 208.

3.- MALINVAUD, E.: "Méthodes Statistiques de l'econometrie". Dunod. Paris 1963.

Traducción al castellano de L. BARBE DURAN. Barcelona. Ediciones Ariel. 1.967. Pág. 83.

considerar la homoscedasticidad en el sentido que le da Malinvaud; ya que, en general, todos los autores cuando citan ejemplos de tipos de heteroscedasticidad suponen con frecuencia que los errores son proporcionales a alguna de las variables éxogenas, lo cual supone de una forma ímplicita admitir que el concepto de homoscedasticidad más válido es el que sugiere Malinvaud.

En cualquier caso, es común a todos los enfoques la atención prestada al análisis del comportamiento de la varianza de los errores en su relación, bien con el orden de las observaciones, bien -más frecuentemente- con el valor de la variable éxogena. Nosotros, desde el punto de vista operativo nos inclinamos por este segundo enfoque.

El problema a que da lugar el considerar un modelo como homoscedástico cuando en realidad no lo es, da lugar según MALINVAUD<sup>4</sup> a lo siguiente: "Si los errores  $e_t$  son independientes entre si, pero tienen varianzas  $S_t^2$  diferentes ( o matrices  $n_t$  distintas, en el caso de modelos de varias ecuaciones ), las estimaciones por mínimos cuadrados siguen siendo insesgadas y generalmente convergentes, pero sus momentos no vienen ya dados por las fórmulas del capítulo 6, se comete entonces un error al conservar estas formulas para el cálculo de las desviaciones tipo de las estimaciones".

En general ocurre que en los estudios sobre series temporales, se presenta el problema de la autocorrelación entre las perturbaciones aleatorias; sin embargo, en los estudios con muestras atemporales, es frecuente que los errores sean proporcionales a la variable éxogena; en consecuencia, que si tenga lugar el problema de la heteroscedasticidad.

En las funciones estimadas en los capítulos anteriores, excepto las relativas a los Anexos A y B, se hizo abstracción de este tema, el cual teóricamente podía tener importancia si verdaderamente las estimaciones de los modelos homoscedásticos fuesen, en cierto grado, distintas que las de los modelos heteroscedásticos.

---

4.- MALINVAUD, E.: Op. citada. Pág. 284 y s.s.

Entre las posibles contrastes de homoscedasticidad, vamos a seguir uno de los sugeridos por Gleser, que recoge JOHNSTON<sup>5</sup> en su tratado de Econometría, por considerar que es el que se presenta con más frecuencia en la realidad.

Supongamos que el residuo mínimo cuadrático, en valor absoluto, es una función lineal de la variable exógena, es decir:

$$\left[ e_j \right] = b_0 + b_1 X_j \quad (10 - 1)$$

Para los dos modelos estimados de forma directa en los epígrafes 2-1 y 2-2, es decir el tiempo de vuelo y el consumo de combustible como funciones de la distancia, se ha contrastado para dos flotas, en cada caso, la existencia o no de homoscedasticidad.

Entre las seis flotas para las cuales se estimaron dichos modelos, hemos elegido para contrastar las siguientes: a) Función tiempo de Vuelo: DC-8/50 y DC-9; b) Función de consumo de combustible: DC-8/63 y B-727.

No se han elegido las flotas B-747 y DC-10 por que les correspondían tamaños de muestra inferiores a los de las otras flotas.

El contraste a realizar consiste en calcular el coeficiente de correlación a que da lugar la estimación de la función (10-1) y probar si, con arreglo a la distribución t de Student, dicho coeficiente resulta significativo o no para un nivel de significación fijado a priori. En nuestro caso, hemos admitido un nivel de significación:  $\alpha = 0,05$ .

Vamos a denominar por  $\hat{U}_i$  a los residuos de las funciones estimadas en los epígrafes (2 - 1) y (2 - 2) y por  $\hat{V}_i$  a los residuos de los modelos homoscedásticos que se estimarán en el caso de que resulte significativo el coeficiente de correlación de la función (10 - 1).

---

5.- JOHNSTON, J.: (1.972). Op. citada. Pág. 220.



res:

$$\underline{DC - 8 / 50}$$

$$r (\hat{U}_i, D_i) = 0,4835024826 \quad n = 29$$

$$t_{n-3} = \frac{r \sqrt{n-3}}{\sqrt{1-r^2}} = 2,82$$

$$t_{26, 0,05} = 2,056$$

Por tanto, no se puede admitir sin más que el modelo estimado originalmente para esta flota sea homoscedástico.

Formulemos el modelo

$$\frac{T V_i}{D_i} = \frac{b_0}{D_i} + b_1 + b_2 D_i + \frac{U_i}{D_i}$$

Denominando a  $\frac{U_i}{D_i}$  por  $V_i$ , es decir  $\frac{U_i}{D_i} = V_i$ , resultan las siguientes estimaciones:

$$\hat{b}_0 = 1,879888803 \quad (-01)$$

$$\hat{b}_1 = 1,213133696 \quad (-03)$$

$$\hat{b}_2 = -8,816961699 \quad (-09)$$

$$R^2 = 9,151745093 \quad (-01)$$

$$r (\hat{V}_i, D_i) = 0,06331219241$$

$$t_{n-3} = \frac{r \sqrt{n-3}}{\sqrt{1-r^2}} = 0,33$$

Por tanto, no existen razones para no aceptar que este nuevo modelo sea considerado homoscedástico.

$$\underline{DC - 9 / 30}$$

Realizando el mismo proceso que en el caso anterior, resulta:

$$r (\hat{U}_i, D_i) = 0,4966500203 \quad n = 98$$

Para este tamaño de muestra, podemos considerar a la distribución t de Student como si fuese una distribución normal con media cero y desviación típica uno. En consecuencia:

$$t_{n-3} = \frac{r \sqrt{n-3}}{\sqrt{1-r^2}} = 5,58$$

$$t_{95, 0,05} = 1,96$$

Dado que tampoco se puede admitir la hipótesis de homoscedasticidad, plantearemos un nuevo modelo, análogo al que se aplicó para el DC-8/50.

Las estimaciones a que da lugar son las siguientes:

$$\hat{b}_0 = 9,249782691 \quad ( - 02 )$$

$$\hat{b}_1 = 1,560715450 \quad ( - 03 )$$

$$\hat{b}_2 = - 1,643384582 \quad ( - 07 )$$

$$R^2 = 8,743241232 \quad ( - 01 )$$

$$r (\hat{V}_i, D_i) = 0,1477108788$$

$$t_{n-3} = \frac{r \sqrt{n-3}}{\sqrt{1-r^2}} = 1,46$$

En consecuencia y al igual que en el caso anterior, no existen razones para no aceptar a este modelo como homoscedástico.

En el caso de la función de consumo de combustible, los resultados son los siguientes:

Boeing - 727

$$r(\hat{U}_i, D_i) = 0,09861492 \quad n = 65$$

$$t_{n-3} = \frac{r\sqrt{n-3}}{\sqrt{1-r^2}} = 0,78$$

$$t_{63, 0,05} = 1,96$$

Por tanto, para el nivel de significación fijado y aceptando la hipótesis de que el tipo de heteroscedasticidad en los errores fuese del tipo formulado en (10-1), no existen razones suficientes para desechar la hipótesis de que la función de combustible de esta flota, estimada en el epígrafe 2-2, es homoscedástica.

DC - 8 / 63

$$r(\hat{U}_i, D_i) = 0,051345143 \quad n = 36$$

$$t = \frac{r\sqrt{n-3}}{\sqrt{1-r^2}} = 0,30$$

$$t_{33, 0,05} = 2,036$$

En este caso es igualmente válido todo lo expuesto en el caso anterior.

Aunque en el caso de la función de tiempo de vuelo resultaba que los modelos estimados en el epígrafe 2-1 no se pueden considerar homoscedásticos, sin embargo, dada la pequeña diferencia existente entre dichos modelos y los esti-

mados como homoscedásticos en este epígrafe, vamos a adeitir, y así se utilizaron en los epígrafes siguientes, que dichos modelos son válidos a efectos de estimación, aunque evidentemente las varianzas de los estimadores estén sub-estimadas.

Para que se aprecie claramente la pequeña diferencia existente entre am bos modelos, a efectos de estimación, se han representado para las flotas DC-8/50 y DC-9/30 las funciones correspondientes a los modelos de tiempo de vuelo. En el caso de la primera de estas flotas resulta que prácticamente am bos modelos coinciden, ya que sus representaciones gráficas están casi superpuestas. Dichos gráficos figuran a continuación con la numeración: G - 10 - 1 y G - 10 - 2, respectivamente.

GRAFICO: G-10-1

DC-B-50

COMPARACION DE LA FUNCION TIEMPO DE VUELO  
MODELOS HOMOCEDASTICO Y HETEROCEDASTICO

TIEMPO EN  
HORAS

10

8

6

4

2

DISTANCIA  
KMS

1000.

2000.

3000.

4000.

5000.

6000.

7000.

8000.

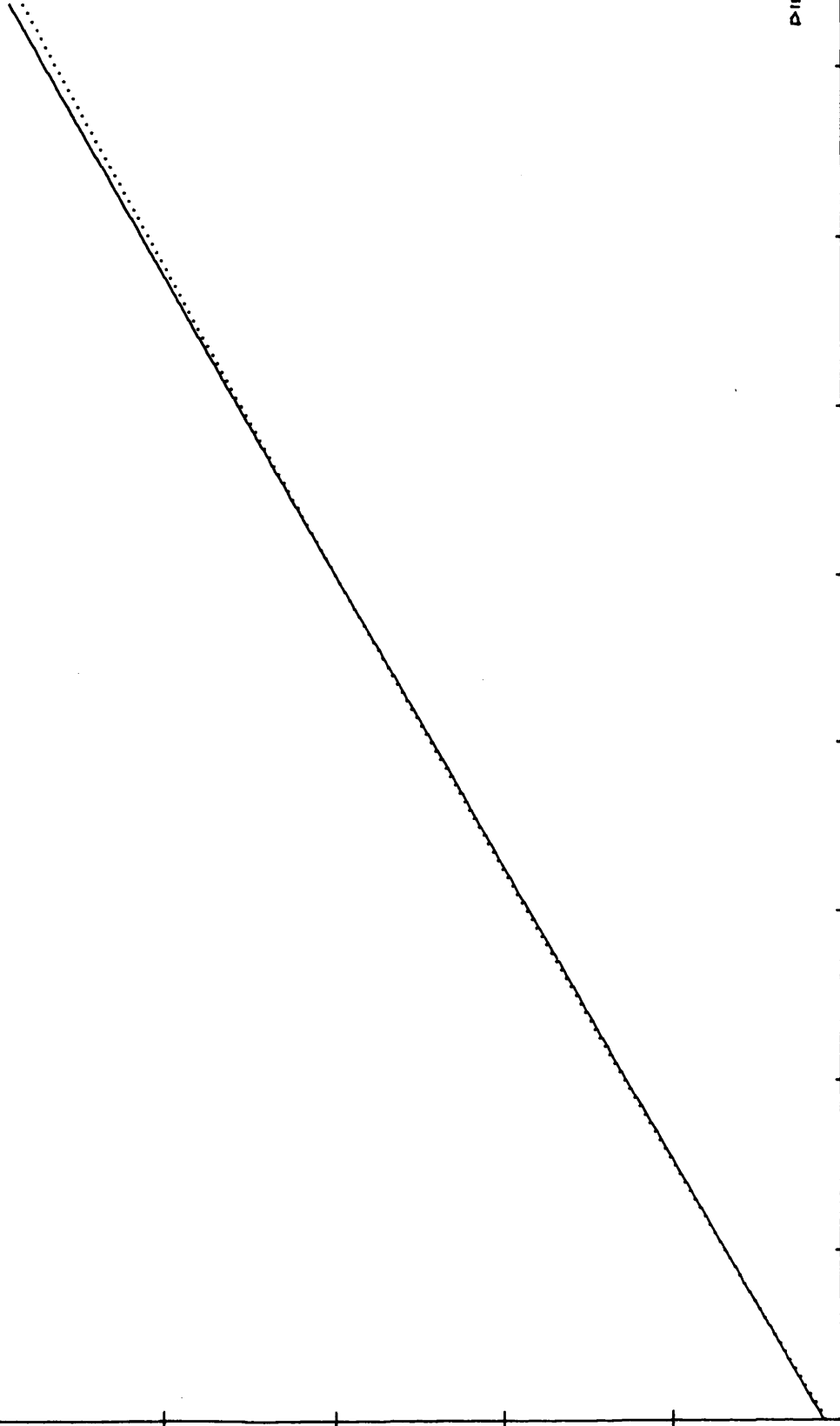


GRAFICO: G-10-2

DC-E-30

COMPARACION DE LA FUNCION TIEMPO DE VUELO  
MODELOS HOMOCEDASTICO Y HETEROCEDASTICO

TIEMPO EN  
HORAS

3

2

1

DISTANCIA  
KMS

250.

500.

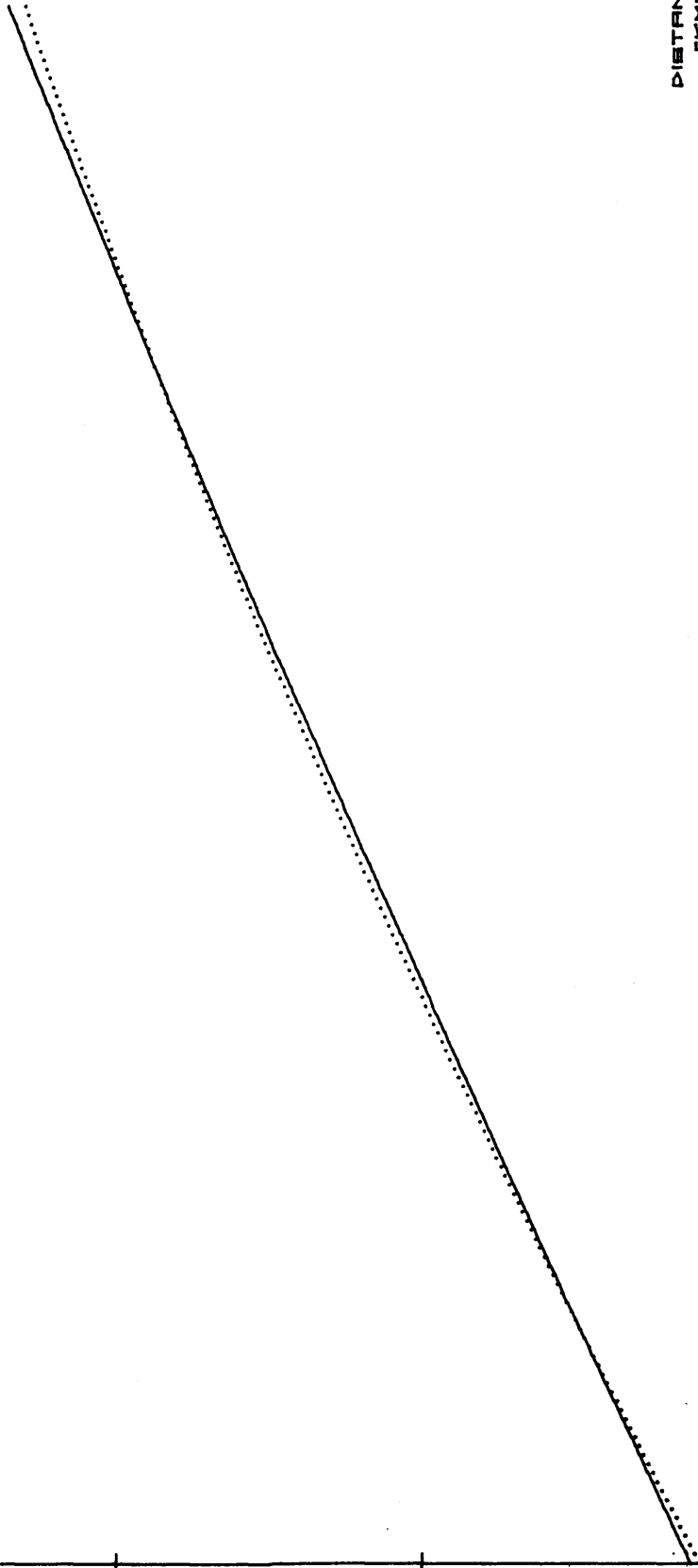
750.

1000.

1250.

1500.

1750.





## BIBLIOGRAFIA

UNICAMENTE SE INCLUYE COMO BIBLIOGRAFIA AQUELLA QUE HA SIDO EXPRESAMENTE CITADA EN EL TEXTO.

### a) AUTORES Y OBRAS.—

- ALCAIDE, A. (1.966): "Lecciones de Econometría y Métodos Estadísticos" Madrid.
- CELIS, J.M. e IZQUIERDO, R. (1.969): "Funciones de Producción en los Transportes". Revista "De Economía" nº 108.
- FERGUSON, A.R. (1.953): "Commercial Air Transportation in the United States". Cap. II en Structure of the American Economy. ed. W. Leontief.
- FERNANDEZ PIRLA, J.M. (1.964): "Economía de la Empresa". 2ª Edición.
- FRISCH, R. (1.963): "lois Techniques et Economiques de la Production". Ed. Dunod. Paris.  
Traducido al castellano por De la Torre, J.M.  
Editorial Sagitario. Barcelona. 1.963.
- HENDERSON, J.M. & Quandt, R.E. (1.962): "Microeconomic Theory". Mc. Grow-Hill Book Company.  
Traducido al castellano por Lasuen, J.R. Edic. Ariel  
Barcelona. 3ª reimpresión 1.969.
- JOHNSTON, J. (1.972): "Econometric Methods". 2<sup>nd</sup> Edition. Mac Graw-Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo.



- KLEIN, L.R. (1.953): "A textbook of Econometrics". Row Peterson and Company. Traducción al castellano de Alcaide, A. Edit. Aguilar. Madrid. 1.958.
  
- MALINVAUD, E. (1.963): "Methodes statistiques de l'econometric". Ed. Dunod. Paris. Traducido al castellano por Barbe Duran, L. Edit. Ariel. Barcelona. 1.967.
  
- SEGURA, J. (1.969): "Función de Producción, Macrodistribución y Desarrollo". Editorial Tecnos. Madrid. 1.969.
  
- STONE, R. and G. (1.965): "National Income and Expenditure" and "Social Accounting and Economic Models". Traducido al castellano por Costagreda, M. Ediciones Oikos-Tan. Barcelona. 1.966.
  
- STRATFORD, A.H. (1.967 ó 1.973): "Air Transport in the Supersonic Era" Second edition. Published by the Macmillan Press Ltd. London and Basingstoke.
  
- THEIL, H. (1.971): "Principles of Econometrics". North-Holland Publishing Company. Amsterdam - London.
  
- WALTERS, A.A. (1.963): "Production and Cost Functions : an Econometric Survey". Econométrica. Volúmen 31.
  
- WILLIAMS, J. E. D. (1.964): "The Operation of Airlines". Hutchinson & Co. Publishers. London.

b) FUENTES ESTADISTICAS E INFORMES INTERNOS

- IBERIA:

- "Estadística de Tiempos". Dirección de Operaciones. 1.968/69 ,..., 1.973/74.
- "Estadística de Consumos de Combustible". Dirección de Operaciones 1.973/74.
- "Estadísticas Generales de la Flota". Dirección de Material. 1.970/71 ,..., 1.973/74.
- "Precios Base y Básico de los Aviones Boeing-747 y Boeing-747-B". Dirección Servicio de Estudios de la Presidencia Octubre 1.969.
- "Primer Plan Integrado de la Compañía. 1.975/79". Ponencia de Condicionantes y Previsiones de Partida.
- "Compendio de Planificación de Vuelo - Boeing-727". Dirección de Operaciones. Agosto 1.973.
- "III Convenio Colectivo de Iberia con el Personal de Vuelo". Madrid 1.971.
- "IV Convenio Colectivo de Iberia con el Personal de Vuelo". Madrid 1.974.

- OACI:

- Compendios Estadísticos:
  - nº 189 - A: "Tráfico de las Líneas Aéreas". Volumen I. a969-1.973.

- nº 180 : "Datos Financieros". a.972.
  
- nº 183 : "Material Volante - Personal ". 1.972.
  
- "Convenio sobre Aviación Civil Internacional". 4ª edición. Montreal.  
1.969.
  
- Otras Publicaciones
  
- BOEING: "Distribución of Maintenance Costs per Cycle & per Operating  
ing Hour". Operational Economics Boeing Commercial  
Airplane Company. Renton. Washington. USA. January  
1.973.
  
- AIR TRANSPORT ASSOCIATION OF AMERICA: "Standard Method of Estimat-  
ing Comparative Direct Operating Costs of Turbine  
Powered Transport Airplanes". December 1.967.
  
- IATA : "Analysis of Inter Airline Statistics of Engineering Costs  
and Production Performance". Based on the 1.973/4  
IATA - PPM. Prepared by Industrial Engineering &  
Production Planing. Air India. Bombay. October  
1.974.